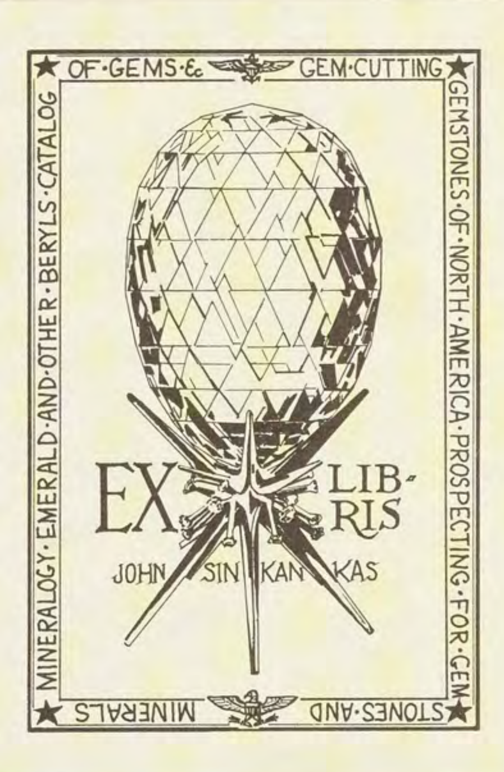

OF·GEMS·&c
GEM·CUTTING
GEMSTONES·OF·NORTH·AMERICA·PROSPECTING·FOR·GEM
STONES·AND
MINERALS
MINERALOGY·EMERALD·AND·OTHER·BERYLS·CATALOG
EX LIBRIS
JOHN SIN KAN KAS

DES VOLCANS

ET

DES TERRAINS VOLCANIQUES.

PAR ALEXANDRE BRONGNIART,

Ingénieur au corps royal des mines, Professeur au Jardin du Roi, Membre de l'Académie royale des sciences, de la Société royale de Londres, etc.

(Article extrait du 58.e volume du *Dictionnaire des sciences naturelles.*)

A PARIS,

Chez F. G. Levrault, rue de la Harpe, n.° 81, et rue des Juifs, n.° 33, A STRASBOURG.

1829.

STRASBOURG, de l'imprimerie de F. G. Levrault.

DES VOLCANS.

Le nom de Volcan, pris dans son acception rigoureuse et restreinte, ne devroit s'appliquer qu'aux montagnes ou collines qui, comme le Vésuve, l'Etna, l'Hécla, etc., font voir les phénomènes ignés qu'on nomme *volcaniques*.

Mais, passant du phénomène et du sol où il se manifeste à l'examen de ce sol, à celui des roches qui ont été produites par les phénomènes volcaniques, et de celles qui, dans le même lieu, leur ressemblent complétement, on a réuni sous le titre de volcans l'histoire du phénomène actuel, de ses productions présentes et des productions anciennes, qui, par leur complète ressemblance avec les nouvelles, montrent évidemment qu'elles sont dues à la même cause.

Ainsi le mot Volcan indique déjà l'histoire du phénomène et du sol où il se manifeste. Pendant très-longtemps en effet l'histoire des volcans s'est bornée à celle des volcans en activité; on a ensuite reconnu la ressemblance évidente des roches produites sous nos yeux par le feu des volcans actuels, avec des roches composant des montagnes semblables aux volcans en ignition; enfin, de proche en proche on a reconnu, dans des terrains qui ne présentoient plus aucune des formes extérieures des volcans, et au milieu de roches très-différentes de celles des volcans actuels, des masses minérales qui ressembloient à quelques-unes des roches d'origine volcanique certaine; alors le nom et les idées qui s'y sont associés, ont pris encore plus d'extension, et maintenant, sous le nom de Volcans, on s'attend à trouver l'histoire des phénomènes et celle de tous les terrains qui paroissent dus à la même cause.

C'est donc sous cette acception que nous présenterons l'histoire des volcans. Ce ne sera pas seulement celle des phénomènes volcaniques, mais ce sera aussi celle de tous les terrains volcaniques, quelles que soient leur époque et la nature dominante de leurs roches.

Mais, pour y lier ainsi des roches et des terrains dont les termes éloignés présentent des différences si grandes qu'on ne pourroit, sans les intermédiaires, les rapporter à la même cause, il faut définir ce que nous entendons par volcans et terrains volcaniques. Nous avons déjà présenté cette définition, mais d'une manière très-concise, à l'article Théorie des terrains du Dictionnaire des sciences naturelles : il s'agit maintenant de la développer sans lui ôter de sa précision.

Nous avons nommé *terrains pyrogènes* et *pyroïdes* tous les terrains composés essentiellement de roches qui portent des signes évidens de l'action, soit liquéfiante, soit simplement altérante, du feu.

Sous ce titre général sont placés les terrains que nous avons désignés par les expressions très-semblables de *volcaniques* et de *vulcaniques*, parce qu'en effet ils se ressemblent tellement, dans beaucoup de circonstances, qu'on ne peut que très-difficilement les distinguer. La première expression, celle de *volcaniques*, indique les *volcans actuels* ou *joviens;* la seconde, les *volcans anciens* ou *saturniens*.

Nous en réunissons l'histoire sous le nom de Volcans. Il faut maintenant définir et limiter cette expression.

Définition caractéristique. J'entends par Volcans *tout terrain évidemment formé par l'action ignée, incandescente et liquéfiante, du phénomène naturel nommé volcanique, dont le foyer est inférieur aux terrains abyssiques.*

Les caractères de ce phénomène, qui ne peuvent pas s'exprimer en une seule phrase, ainsi qu'il en est toujours des caractères naturels, seront développés plus bas. On voit néanmoins que je restreins l'acception de ce mot à une série bien déterminée de phénomènes que les naturalistes ont toujours eue en vue quand ils ont parlé de volcans.

J'exclus par cette définition les terrains plutoniques composés de roches qui indiquent quelquefois l'action du feu,

mais point du feu liquéfiant; car les résinites et les stigmites qu'ils renferment ne sont point des verres. Cependant on verra qu'il n'est pas possible de séparer nettement les basanites des trachytes et des phonolites; ceux-ci des eurites et des porphyres, et ces derniers des granites. On voit que, si l'on ne vouloit que des séparations précises, il faudroit tout englober sous un titre quelconque. Il faut donc, comme on vient de le dire, prendre les caractères dans les milieux, et n'être pas arrêté par la transition des derniers termes. Les roches dominantes des terrains plutoniques sont les trachytes, les phonolites, les porphyres, avec peu de basanite. Les roches dominantes des terrains vulcaniques sont les trappites, les basanites, les laves, avec des trachytes, des phonolites, etc., subordonnés.[1]

J'exclus aussi par cette définition, et d'une manière plus complète et plus naturelle, les prétendus volcans d'air, où il y a à peine chaleur; les prétendus volcans de boue et d'eau salée, nommés *salses*[2] (il y a chaleur, mais elle est loin de l'incandescence); les dégagemens gazeux et vaporeux avec chaleur, mais sans combustion, phénomènes dont les lagonis font partie; les feux de gaz hydrogène, de quelque manière qu'ils sortent de la terre, où il y a chaleur, même incandescence, mais sans liquéfaction, ce qui est un caractère de la petitesse du phénomène.

Cette définition n'est ni arbitraire, ni artificielle; elle tient au contraire à l'essence des phénomènes; car, dans les salses, les fumachi, les lagonis, les causes sont bien différentes de celles des phénomènes volcaniques. Cette différence est manifestée non-seulement par la grandeur de l'action, mais encore par celle des effets. Le foyer de ces petits phénomènes est très-certainement placé dans une tout autre partie de l'écorce du globe que celui des volcans, soit dans des couches moins pro-

---

1 M. de Humboldt a déjà insisté sur ces rapports, ces transitions, ces liaisons, dans son article intitulé INDÉPENDANCE DES FORMATIONS.

2 Je ne puis partager à cet égard l'opinion de M. Przystanowski, qui associe ces petits phénomènes aux phénomènes volcaniques. On a vu à l'article THÉORIE DES TERRAINS, dans le Dictionnaire des sciences naturelles, les difficultés chimiques qui s'élèvent contre ce rapprochement.

fondes, soit dans des couches différentes. Enfin le caractère de position du foyer des volcans au-dessous des terrains abyssiques, exclut les terrains phlogosiques ou pseudo-volcaniques, où il y a d'ailleurs action ignée, incandescence et fusion même; mais où le foyer est dans une position connue au milieu de ces terrains.[1]

Les volcans étant ainsi définis et limités, leur histoire se composera des considérations ou parties suivantes :

1.° Leur terrain, considéré dans tous les rapports sous lesquels nous avons présenté les caractères des autres terrains, c'est-à-dire sous celui de sa position, de ses formes, limites, roches et minéraux et de ses divisions en raison de la nature des roches.

2.° Les phénomènes connus de leur formation; ceux qui la précèdent, l'accompagnent, la suivent : notions que ne nous offre aucun autre terrain, excepté quelques calcaires concrétionnés et quelques calcaires lacustres.

3.° La distribution géographique des terrains volcaniques, et les particularités des plus remarquables d'entre eux.

4.° Leur théorie, c'est-à-dire la recherche de la position de leur foyer dans l'intérieur de la terre, de l'aliment de leurs phénomènes, de la manière d'agir de cet aliment dans ses rapports avec les autres corps qu'on connoît à la surface ou dans l'écorce de la terre, et avec ceux qu'on peut présumer au-dessous de cette écorce.

ARTICLE PREMIER.

DES TERRAINS VOLCANIQUES.

Les terrains volcaniques, tels que nous les avons définis, présentent les caractères, les propriétés et les particularités que nous allons développer.

§. 1.er *Caractères et limites géognostiques des terrains volcaniques.*

Texture. Ils sont composés de roches non stratifiées, parmi lesquelles il y en a toujours quelques-unes qui montrent une

---

1 La plupart de ces phénomènes pyroïdes ont été traités séparément aux articles Hydrogène, Lagoni, Météorite, Salses. (Voyez ces mots, dans le Dictionnaire des sciences naturelles.)

texture poreuse; quelquefois les pores, cellules ou cavités sont tellement nombreuses, qu'il y a dans ces roches plus de vide que de plein : on les nomme alors *scories*.

Les roches fondamentales des terrains volcaniques ne présentent aucun indice de formation mécanique ou sédimenteuse : elles font voir, au contraire, par leur texture, ou vitreuse, ou compacte, ou même cristalline, un mode de formation chimique par voie de fusion ignée et de refroidissement ou rapide ou lent.

La nature de ces roches est généralement pyroxénique, argilo-ferrugineuse, quelquefois amphibolique, souvent felspathique, jamais calcaire; et, malgré la silice qu'elles renferment, les roches quarzeuses n'y dominent jamais: elles s'y montrent même très-rarement.

La couleur dominante des terrains volcaniques est le noir, le gris foncé, le brun rougeâtre et ferrugineux.

Structure. Leur structure en grand est *massive* et *par coulée*. La structure massive présente des divisions quelquefois fragmentaires, quelquefois prismatoïdes, ou même sphéroïdales. (Voyez Basalte, dans le Dictionnaire des scienc. natur.)

La structure par coulée (*Laufen-Ströme*), sans être absolument propre aux terrains volcaniques, y est cependant si dominante, qu'elle doit être décrite particulièrement. On appelle généralement Laves (voyez ce mot, dans le Dictionnaire des sciences naturelles), les roches volcaniques qui se présentent avec cette structure et disposition extérieure.

On entend par *coulée*, un terrain sans stratification, ayant pour forme extérieure celle que doit prendre une matière pâteuse qui sort par une ouverture déterminée, et qui, en se répandant sur des surfaces de différentes formes, y prend un aspect et des formes différentes.

On peut y reconnoître et y désigner, par des expressions appropriées, les dispositions suivantes :

Coulée fongiforme, qui, partant d'une ouverture et s'épanchant sur un terrain horizontal, bombé ou conique, s'y répand à peu près circulairement et également, à partir de son point de départ. Celui-ci est tantôt visible et encore ouvert au milieu de la coulée fongiforme, tantôt caché et placé

sous la surface inférieure de cette sorte de coulée. (C'est le cas des laves qui débordent les cratères des volcans et s'épanchent de tous côtés sur leurs flancs.)

Coulée lacrymiforme, qui part d'une ouverture placée sur un terrain à peu près plat ou un peu bombé, mais en pente, et qui s'épanche d'un seul côté en s'élargissant. (C'est le cas le plus ordinaire des laves sortant des flancs des cônes volcaniques; on les appelle aussi *coulée en forme de nappe*.)

Coulée lingotiforme. C'est celle qui, en partant d'une ouverture placée dans un vallon, à son origine ou sur ses bords, s'épanche en se moulant sur le fond de ce vallon. (C'est ce que présentent un grand nombre de coulées de laves d'Auvergne.)

On dit qu'une coulée est *interrompue* ou *coupée*, lorsque sa continuité a été interceptée par une fente transversale ou par un vallon qui a été ouvert transversalement dans la coulée après sa consolidation; cette disposition est très-sensible en Auvergne. Les *Baranco* de Ténériffe, décrits par M. de Buch, sont de véritables vallées d'interruption dans les coulées de lave ancienne; elle est *continue*, lorsqu'elle ne présente aucune coupure ni interruption. (C'est une considération faite pour la première fois par Desmarest, et qui est fort importante pour établir différentes époques de formation dans les volcans d'une même contrée.)

Tantôt la surface d'une coulée est sensiblement *unie*, tantôt elle est *raboteuse*, hérissée même de plis, de crêtes et de pointes. Elle est aussi tantôt *dénudée*, n'étant recouverte par rien et offrant une surface aussi nette qu'au moment où elle a été formée. Tantôt elle est recouverte ou de terrains de sédiment, ce qui est une circonstance peut-être inconnue, tantôt par des terrains alluviens, ce qui est encore assez rare (dans les terrains volcaniques-laviques les plus anciens), tantôt enfin elle est *frutescente*, lorsqu'elle est couverte de végétaux ligneux.

Les terrains volcaniques, soit massifs, soit en coulées, ne renferment pas de filons proprement dits, mais ils sont souvent divisés par des fentes et déchirures profondes; d'assez grandes cavités, en forme de cavernes, s'y présentent aussi quelquefois.

Quant au rapport des terrains volcaniques, soit massifs soit en coulées, avec les autres terrains, ils sont toujours en stratification discordante et même transgressive, lorsqu'ils sont étendus sur des terrains stratifiés.

Souvent aussi ils les traversent en masses droites, en puissans filons, ou très-réguliers, ou grossièrement ramifiés : cette disposition est fréquente dans les terrains volcaniques massifs à roches compactes; elle est rare au contraire dans les terrains en coulées à roches poreuses.

Forme extérieure. La forme extérieure des terrains volcaniques est assez bien déterminée et assez constante. Ils présentent très-ordinairement des montagnes coniques, soit isolées, soit réunies plutôt en groupes qu'en chaînes et atteignant une grande élévation. Ces montagnes sont souvent creusées vers leur sommet d'une cavité conique ou en forme de bassin ou de coupe, qu'on nomme *cratère*, dans lesquels on distingue des bords ou *orles* et un fond qui, dans les volcans éteints depuis long-temps, présente ou une espèce de plaine assez étendue et couverte de végétation, ou quelquefois un bassin rempli d'eau et prenant le nom de lac.

Quelques cratères sont ouverts, d'autres sont entourés comme d'un mur circulaire : dans les premiers le cône conserve sa forme régulière jusqu'à la cime; la pente est couverte de masses vomies, et quand on parvient à la cime, on aperçoit l'intérieur du cratère. Les autres, au contraire, portent une sorte de rempart circulaire qui renferme le cratère, et qui de loin ressemble à un cylindre placé sur un cône tronqué; c'est à cette disposition que Deluc a donné le nom de couronne volcanique. Cette forme particulière s'observe sur le Cotopaxi déjà à une distance de 4000 mètres. Sur le pic de Ténériffe l'approche du cratère seroit défendue par ce rempart, s'il n'étoit ouvert du côté de l'ouest par une forte crevasse.

La grandeur des cratères varie beaucoup et n'est pas toujours en proportion avec la hauteur des volcans : les volcans des Andes n'ont que des ouvertures petites par rapport à leur grande élévation, et l'on pourroit supposer que les plus hauts volcans possèdent sur leurs cimes les plus petits cratères, si

le Pichincha et le Cotopaxi ne présentoient des exemples du contraire.

Le Vésuve, de 1500 mètres de haut, a un cratère de 500 mètres; le pic de Ténériffe, mesuré par M. de Humboldt, de 3800 mètres, a un cratère de 100 mètres de diamètre; le Pichincha, de 5000 mètres de hauteur, a un cratère dont le circuit est de 5600 mètres. L'Etna, haut de 3300 mètres, a un cratère dont le circuit est de 400 mètres. Stromboli, haut de 200 mètres, a un cratère qui a à peine 16 mètres de diamètre. La profondeur du cratère varie dans les volcans dont la cime est en activité.[1]

Les terrains volcaniques se présentent aussi sous forme de plateaux élevés à bords coupés à pic, ou parfaitement plans, ou bombés dans leur milieu, ou, ce qui est plus ordinaire, légèrement déprimés. Cette disposition est particulière aux terrains vulcaniques trappéens. Les volcaniques ne l'offrent pas. Les uns et les autres prennent quelquefois la forme de collines à crêtes aiguës, tantôt disposées en ligne droite, tantôt courbées en arc de cercle : ces collines sont presque toujours dentelées à leurs crêtes et déchirées sur leurs flancs par des sillons ou petits vallons profonds en forme de ravins, qu'il ne faut pas confondre avec les ravins creusés par les eaux.

Hauteur et proportion. On trouve des volcans qui ne s'élèvent que de 200 mètres au-dessus du niveau de la mer (Stromboli); d'autres qui ont 5460 mètres de hauteur, comme le Capac-Urcu, qui, avant son écroulement, surpassoit en hauteur le Chimborazo, qui a 6700 mètres.

En comparant la hauteur au circuit, on trouve les proportions suivantes : le circuit du pic de Ténériffe est à sa hauteur comme 28 est à 1; celui du Vésuve, comme 35 à 1; celui de l'Etna, comme 34 à 1.

En comparant la hauteur des cônes à la hauteur totale des volcans, on trouve les proportions suivantes : le Vésuve, haut de 1180 mètres, a un cône de 400 mètres; la proportion

---

1 La plupart de ces rapports, les hauteurs données dans la table suivante et plusieurs autres faits, sont tirés de l'ouvrage de M. Ungern-Sternberg, qui sera mentionné plus bas.

du cône à la hauteur absolue est donc un tiers. La hauteur du pic de Ténériffe = 3800 mètres, celle du cône = 168, donc $^1/_{22}$ de la hauteur totale. Le Pichincha a 4980 mètres de hauteur, le cône en a 480; la proportion du cône à la hauteur totale est donc $^1/_{10}$. Si l'on considère la hauteur des volcans suivant leur situation géographique, il en résulte que les volcans les moins élevés sont situés en Europe, les plus hauts en Amérique. La table ci-dessous présente diverses mesures des hauteurs des volcans les plus connus.

	Hauteurs en nombres ronds.	
ITALIE.		
Vésuve, par de Humboldt (en 1805=1181 m.)	1180	mèt.
Stromboli, par Borck	850	=
Volcano, par Borck	800	=
Etna, par de Saussure	3450	=
ISLANDE.		
Hécla, par Povelsen	1050	=
Snœfials-Jokull, par Povelsen	1600	=
KAMTSCHATKA.		
Kamtschatkaja, par Lamanon	3000	=
Awatscha, par Darmeskiöld	3400	=
AFRIQUE.		
Ténériffe : *Pic de Teyde*, par de Humboldt	3800	=
Volcan de l'île Bourbon, par Lacaille	3700	=
Pic des Açores, par Fleurieu	2200	=
AMÉRIQUE.		
Mexique.		
Popocatepetl (volcan *grande de Mexico* et *Puebla*), par de Humboldt	5600	=
Pic d'Orizaba (*Citlaltepetl*) par de Humboldt	5500	=
Jorullo, par de Humboldt	1350	=
Grenade.		
Puracé, par de Humboldt	4600	=
Quito.		
Chimborazo, par de Humboldt	6700	=
Antisana, par de Humboldt	6000	=
Pichincha (sommet de Tablahuma), par de Humboldt	4700	=
Sangay, par de Humboldt	5350	=

Pérou.	Hauteurs en nombres ronds.
Caxamarca, par de Humboldt	2800 mètr.
Micuipampa, par de Humboldt	3900 "
La Solfatare de la Guadeloupe, par Dupuget	1600 "

Disposition des terrains volcaniques. Les terrains volcaniques ne forment jamais de plaines; ils ne constituent même jamais à eux seuls ni des chaînes, ni des groupes de montagnes très-étendus. Ils sont plus ordinairement isolés, et lorsqu'ils entrent dans la composition de chaînes ou de groupes, on remarque qu'ils sont toujours associés avec des terrains vulcaniques et avec des terrains plutoniques. Dans ce dernier cas on remarque également que les montagnes coniques de l'une et l'autre époque sont disposées sur une ligne droite ou peu sinueuse, et que, vues de loin, ou sur une carte topographique bien faite, ils figurent comme des ouvertures ignivomes, placées sur une longue et large zone.

Eaux. Les terrains vulcaniques, les seuls qui présentent des roches réellement compactes sur une grande étendue, sont aussi les seuls qui soutiennent des petits lacs et des marécages, et qui donnent naissance à des cours d'eau : les terrains volcaniques, toujours poreux, sont aussi toujours dénués d'eau, soit courante, soit même stagnante.

Limites géognostiques des terrains vulcaniques et volcaniques. Les terrains volcaniques étant clairement déterminés par les caractères précédens, il s'agit maintenant d'en établir la position et les limites. Nous l'avons déjà fait à l'article Théorie des terrains du Dictionnaire des sciences naturelles, en donnant les caractères de ceux-ci.

On a vu que la limite supérieure des terrains volcaniques proprement dits ou joviens étoit celle de la surface actuelle du globe, et leur limite inférieure, les parties de cette même surface qui étoient à nu au moment de leur formation; qu'aucun terrain, excepté quelques roches alluviennes, ne s'étoit interposé entre ces deux limites.

La limite des terrains vulcaniques ou saturniens n'est pas aussi facile à déterminer exactement. La supérieure est évidemment inférieure aux terrains alluviens, quoique leur sur-

face, dans un très-grand nombre de cas, soit restée découverte et dénudée comme au moment de leur formation.

Il ne paroît pas que leur limite inférieure soit placée plus bas qu'au-dessous des terrains thalassiques, pas même pour les roches des terrains vulcaniques, qu'on considère comme les plus anciens (le basanite); mais il n'est pas sûr que les roches de ces terrains ne se soient pas épanchées à des époques plus anciennes. C'est une question théorique sur laquelle on reviendra en examinant la position la moins inférieure qu'on puisse attribuer au foyer des terrains vulcaniques.

Les limites qu'on vient d'indiquer sont celles de toute la classe des terrains pyrogènes vulcaniques et volcaniques. Mais il y a dans cette classe, comme dans tous les grands groupes de terrains, des époques de formation différentes ou des sous-groupes dont les limites et les caractères doivent être assignés particulièrement, et qui sont aussi difficiles à reconnoître dans les terrains pyrogènes si récens, que dans les terrains neptuniens la plupart si anciens.

Nous allons d'abord les établir d'après les observations et l'opinion des géognostes qui ont le plus étudié ces terrains; parce qu'en donnant l'énumération des roches et des minéraux qui constituent les terrains volcaniques ou qui leur appartiennent, nous aurons les moyens d'indiquer à quelle formation ou époque elles appartiennent, et de corroborer ainsi les caractères distinctifs de ces époques.

§. 2. *Division des terrains vulcaniques et volcaniques.*

On a divisé les terrains pyrogènes volcaniques en différens groupes, suivant le point de vue sous lequel on les a examinés, et avant de les étudier dans l'ordre que nous aurons adopté, il faut faire connoître les principes d'après lesquels on a établi ces divisions.

Le premier est la division en volcans en activité et volcans éteints; il répond assez bien, comme on le verra, à la division de chronologie géologique que nous suivons dans l'étude de la structure de l'écorce du globe.

On a poussé cette division plus loin, et Desmarest a fondé, en 1779, le classement chronologique des volcans éteints de

l'Auvergne sur des caractères qui non-seulement sont remarquables pour le temps où il a émis cette idée, mais qui peuvent encore s'appliquer à beaucoup d'autres terrains volcaniques, quand on les examinera sous ce point de vue. Il les a divisés en trois époques ou âges, sans égard à leur nature minéralogique, c'est-à-dire sans distinguer les terrains volcaniques trachitiques des terrains trappéens et laviques; mais ce qui prouve la justesse de son point de vue, c'est qu'il lui a permis de suivre cette distinction sans l'exprimer.

Les volcans de la plus ancienne époque offrent des pics sans cratère; ils ne présentent aucune lave ni coulée; ils sont composés de roches porphyroïdes rudes au toucher, qui semblent avoir été chauffées, mais qui n'ont point été fondues; ils alternent avec des lits de calcaire coquillier. Desmarest avoit regardé ces calcaires comme marins, ce qui lui a fait dire que les volcans de cette époque ont été faits et consolidés non-seulement avant la présence de la mer, audessus d'eux, mais aussi pendant son séjour. Je crois avoir été le premier à faire remarquer que ces calcaires étoient lacustres et qu'il n'y avoit aucun terrain d'origine marine : ce sont en général, comme on le voit, toutes les roches de trachyte, de domite, etc., des terrains typhoniens et plutoniques.

La seconde époque, ou l'époque moyenne, réunit les terrains vulcaniques à montagnes coniques avec ou sans cratères conservés, ayant donné des coulées de laves très-étendues, qui ont quelquefois la compacité des basaltes et ne présentent jamais de scorie. Le caractère chronologique le plus remarquable de ces coulées anciennes, c'est d'avoir leur continuité interrompue par des vallées qui les ont coupées et séparées du lieu de leur origine depuis leur consolidation.

La troisième et dernière époque, qui réunit les terrains volcaniques les plus modernes, qu'ils soient éteints ou qu'ils soient en activité, est celle des montagnes ou collines à cratère visible, qui ont donné naissance à des courans de laves poreuses, souvent même très-scoriacées, et dont la continuité n'a point été interrompue.

On verra que ces trois divisions peuvent très-bien s'accorder avec la division plus simple que nous avons suivie, et que nous n'avons suivie que parce que nous n'avons pas des don-

nées suffisantes pour appliquer celle de Desmarest à tous les terrains volcaniques du globe. La subdivision que nous avons établie dans les groupes laviques n'est pas uniquement fondée sur la considération purement chronologique des temps anciens et des temps historiques; on verra qu'elle est caractérisée par des propriétés tirées de la nature même des roches volcaniques formées à ces deux époques.

Une autre division des terrains pyrogènes est celle que M. de Buch a reconnue et développée dans ces derniers temps. Elle est fondée sur un caractère entièrement géologique, puisqu'il résulte de la manière dont ces terrains ont été poussés ou formés à la surface du globe, par conséquent de leur forme, des roches qui les composent essentiellement et de celles qui y sont dominantes; mais cette classification plus savante et liée à une théorie, n'étant pas en rapport précis avec l'ordre chronologique que nous avons tâché de suivre dans toute la géologie, nous ne l'emploîrons que pour faire connoître les différentes sortes de terrains volcaniques envisagés sous ce point de vue aussi philosophique que profond.

M. de Buch a considéré les forces et les modes qui ont élevé les terrains volcaniques, et les a divisés sous ce rapport en terrains ou cratères volcaniques de soulèvement, et terrains ou cratères volcaniques d'éruption.

Les premiers, ou les terrains volcaniques de soulèvement, sont formés par des masses pyrogènes, plutôt solides que molles, qui ont été soulevées par des forces expansives très-puissantes; elles se sont élevées à la surface du sol ou au sein des mers, sous forme de plateaux, de dômes ou de cônes. Ces trois sortes de masses de soulèvement sont sans stratification, mais ordinairement divisées par des fissures ou de larges fentes presque verticales. Les cônes sont tantôt entiers et très-élevés, tantôt tronqués et creusés à leur sommet en forme de cratère, dont les orles, semblables à un rempart, sont coupés par de profondes fissures. Le cirque d'Orotava est le reste de la paroi intérieure d'un cratère de soulèvement. Le cratère d'éruption de Ténériffe s'est élevé dans cette cavité. La Caldera de Palma est encore un immense cratère de soulèvement, dont les murailles se sont fendues par suite de l'extension qu'a produit le soulèvement. Ces cratères de soulèvement, ordinairement

peu élevés, ne vomissent presque jamais de laves, parce que la masse soulevée est retombée dans l'ouverture et l'a bouchée. Lorsque cette sorte de terrain volcanique se répand, c'est par des ouvertures ou des fissures qui s'ouvrent, ou sur les pentes du cône ou vers sa base, et quelquefois même à une assez grande distance de cette base. Lorsque c'est par une fente ou une simple ouverture, c'est encore une ouverture ou cratère de soulèvement.

Les cônes, dômes et plateaux à cratère de soulèvement ont presque toujours des trachytes ou des basanites pour roches fondamentales.

M. de Buch semble vouloir restreindre le nom ou plutôt les fonctions de volcans aux seuls cônes trachytiques, presque isolés, souvent très-élevés, qui donnent constamment issue, par leurs nombreuses fissures, aux vapeurs et gaz développés dans l'intérieur de la terre à leur base.

Les seconds, ou les terrains, cônes et cratères d'éruption, ont été produits par un tout autre mode ; ils sont le résultat, les uns de coulées ou de matières de transport aérien ou aqueux, et les autres, de l'accumulation en amas de forme conique, de toutes les matières liquéfiées ou pulvérulentes, chassées par la continuation de la force expansive et de l'action volcanique, dont le premier effet avoit été de produire le terrain pyrogène de soulèvement et d'y ouvrir le cratère de même origine.

Cette ingénieuse distinction explique très-bien comment presque tous les volcans ou cratères d'éruption, si ce n'est tous, ont pour base des trachytes ou des basanites ; comment ils se sont élevés du sein de ces roches et les ont couvertes quelquefois presque entièrement de leurs produits et terrains d'éruption.

Outre ces caractères généraux qui divisent les terrains volcaniques en deux grandes classes, sous le rapport du mode de leur formation, M. de Buch fait ressortir quelques autres généralités propres à chacune de ces classes.

Ainsi dans les terrains pyrogènes de soulèvement, chaque cratère, quelque part qu'il soit, est ordinairement continué à travers une fente.

Dans les cratères d'éruption, le côté sur lequel le torrent

de lave est sorti, est toujours ou enlevé ou plus bas que les autres bords : c'est un procédé sûr pour trouver les torrens de laves ; cela s'observe partout, même sur les bords du Rhin, entre Coblentz et Andernach.

M. de Buch a soin de faire distinguer dans un terrain volcanique ce qu'on doit regarder comme le volcan lui-même ou le foyer principal, et ce qui ne doit être considéré que comme les bouches diverses, quelquefois assez distantes, de ce même foyer. Aussi Bocche-Nuove au Vésuve, et Monte-Rosso à l'Etna, ne sont que des bouches de ces deux volcans. Les volcans de Quimar et de Carachico à Ténériffe, ne sont que des bouches du pic, etc.

Enfin, suivant que les bouches ou même les volcans sont réunis en une sorte de groupe ou disposés sur une ligne, il les distingue sous les noms de volcans centraux et de volcans en série. Les premiers forment toujours le centre d'une grande quantité d'éruptions, qui agissent d'une manière presque uniforme autour de ce centre. Les seconds sont situés en série, les uns après les autres, cependant à peu de distance l'un de l'autre, comme des foyers sur une grande fente. Cette disposition est quelquefois remarquable par sa régularité dans les cratères qui se sont ouverts à la suite de la montagne de feu, dans l'île de Lancerote.

Quant à la division des volcans en terrestres et en sous-marins, elle ne peut être suivie dans une classification géologique : c'est une circonstance assez remarquable de quelques foyers volcaniques, qui ne peut être le fondement d'une division géognostique naturelle.

L'ordre que nous suivrons pour présenter l'histoire des terrains volcaniques, sera fondé sur deux considérations, qui, sans être essentiellement liées, vont assez bien d'accord.

La première, qui sera plutôt présentée comme point de vue géognostique, aura pour base la chronologie géognostique ; considération qui a toujours été et est toujours, pour les géognostes, de première valeur, puisque toutes les classifications des terrains ont pour objet de les placer dans l'ordre de leur formation successive. Il n'y a pas de motif d'abandonner ici entièrement cette marche, quoiqu'elle soit d'une

application plus difficile, à cause du mode de formation et de la structure non stratifiée de ces terrains; aussi ne sera-t-elle présentée que comme un point de vue géognostique auquel je tâcherai de tout rapporter, terrains, roches, minéraux, phénomènes, mais que je ne suivrai pas dans les détails d'application, à cause des difficultés de cette application.

Cette considération sépare les terrains pyrogènes en deux grandes divisions ou périodes, telles que nous avons tâché de les reconnoître et de les suivre dans tous les terrains qui composent l'écorce du globe; ce sont:

Les terrains pyrogènes de la période SATURNIENNE ou les *vulcaniques* antédiluviens, et les terrains pyrogènes de la période JOVIENNE ou les *volcaniques* postdiluviens.

La seconde considération, qui est celle que nous adopterons, est prise de la nature et même de la structure des roches dominantes. Elle n'est pas plus absolue qu'aucune de celles qu'on voudroit lui préférer; mais elle présente l'heureuse circonstance d'être plus limitable, plus déterminable que l'ordre chronologique, sans cependant rompre cet ordre dans ce qu'il a de saillant; car, en classant les groupes de roches dans l'ordre présumable ou le plus ordinaire de leur formation, on suit aussi, à peu d'exceptions près, l'ordre d'ancienneté des terrains pyrogènes plutoniques et vulcaniques.

On reconnoît dans ces terrains trois groupes de roches dominantes.

1.° Le GROUPE TRACHYTIQUE;
2.° Le GROUPE TRAPPÉEN;
3.° Le GROUPE LAVIQUE.

Maintenant, si nous voulons reprendre la division par périodes et chercher à y appliquer les groupes de roches que nous venons d'indiquer, nous aurons le tableau suivant.

I.re PÉRIODE. SATURNIENNE ou ANTÉDILUVIENNE.

1. TERR. TYPHONIENS TRACHYTIQUES.
2. TERR. PLUTONIQUES TRAPPÉENS.
3. TERR. VULCANIQUES LAVIQUES.

II.e PÉRIODE. JOVIENNE ou POSTDILUVIENNE.

1. TERR. VOLCANIQUES LAVIQUES.

Avant de passer à l'étude de ces groupes en particulier,

nous allons examiner les caractères communs à chacune de ces périodes, et les subdivisions qu'on pourroit y établir en raison de leur position ou de leurs autres particularités géognostiques.

1.re Pér. TERRAINS VULCANIQUES **SATURNIENS.**

Ce sont ceux dont l'activité ignée et les éjections sont antérieures aux temps historiques.

Ces volcans ont des roches et des minéraux qui leur sont propres; mais, comme ils en ont aussi qui leur sont communs avec les volcans joviens, leur seul caractère général et essentiel est fondé sur deux circonstances malheureusement toutes deux négatives: la première est l'absence de toute indication d'activité depuis les temps historiques les plus reculés; la seconde est l'absence, sous leurs laves ou dans leurs laves et autres éjections propres, de tout débris organique ou industriel, indiquant la présence de l'homme. Une troisième circonstance caractéristique est positive, mais moins précise et beaucoup moins générale: c'est la liaison de leurs roches laviques, semblables à celles des volcans actuels, avec des roches compactes et laviques, notablement différentes de celles des volcans actuels.

Cette période volcanique ainsi caractérisée, nous ne pousserons pas plus loin les points de vue généraux qu'elle offre, parce qu'ils seroient trop souvent susceptibles d'exception, et que nous serions obligés de les répéter en examinant les formations ou groupes principaux qui les composent.

Le groupe lavique de cette période présente une subdivision fort remarquable, signalée, comme on l'a dit plus haut, par M. Desmarest. Tantôt le terrain lavique est interrompu par des vallons qui y ont été ouverts postérieurement à sa formation (c'est le plus ancien); tantôt il est continu (c'est le plus nouveau); et il ne diffère alors du groupe ou terrain lavique jovien que par l'ensemble des caractères que nous venons d'exposer.

2.e Pér. TERRAINS VOLCANIQUES **JOVIENS.**

Les terrains de cette époque sont déterminés par des caractères positifs, exprimés plus haut négativement.

L'époque de leur formation est évidemment placée dans la période de repos où se trouvent nos continens actuels, soit qu'on en connoisse la date, soit que des débris de l'industrie humaine, enveloppés dans leur masse, prouvent que cette masse est de formation postérieure à la présence de l'espèce humaine sur la surface du globe.

Leurs roches sont postérieures à toutes les autres et ne peuvent être recouvertes ou alterner qu'avec des roches de formation moderne ou de transport, d'alluvion ou même de précipitation, telles que certains calcaires travertins, soit compactes, soit oolithiques comme à Ténériffe.

Les terrains VOLCANIQUES ne fournissent aucun moyen précis de subdivision en groupe ou formation; tout au plus pourroit-on y distinguer les volcans joviens éteints, différens des volcans éteints saturniens, parce qu'on a connoissance historique de l'activité des premiers (tels sont le Monte-Nuovo près Naples, l'île Santorin, etc.); tandis qu'on n'a aucun fait qui établisse que les seconds aient brûlé depuis la présence de l'homme sur la terre. Mais cette division, purement historique, ne doit pas être admise dans l'histoire géognostique des volcans; car une suspension, peut-être momentanée, d'action ou de phénomène, ne suffit pas pour établir une période géognostique.

Il y a quelques points d'incertitude sur les limites précises de cette période, et cette incertitude pourroit servir à la subdiviser. Je suis disposé à en exclure tous les volcans éteints de l'intérieur des terres, sur l'action desquels on n'a aucune notion historique. Mais M. Daubeny, en divisant les volcans d'Auvergne en antédiluviens et postdiluviens, admettroit, pour ceux-ci, une activité postérieure au dernier cataclysme qui a donné à nos continens la forme qu'ils présentent, et à la mer le niveau qu'on lui connoît depuis les temps les plus plus reculés.

En second lieu, M. l'abbé Mazzola a fait, sur les terrains de la Campanie, qui renferment des tombeaux où se trouvent ces beaux vases grecs qu'on nomme *étrusques*, une observation qui sembleroit indiquer une éruption ou dépôt alluvien de matières pulvérulentes volcaniques, postérieure au creusement de ces tombeaux, et par conséquent de beaucoup

postérieure à l'existence des hommes sur la terre. Il dit qu'au-dessous de la terre végétale actuelle, dans les environs de Nola, etc., on trouve un lit de lapilli ponceux dur, impénétrable à l'eau, nommé *terra maschia*, et qui est absolument stérile. Ce dépôt recouvre un autre lit de terre végétale noire, et c'est au-dessous de ces dépôts, qui ont environ 26 décimètres d'épaisseur, que se rencontrent les sépultures et les vases en question.

La division par leurs produits dominans seroit beaucoup plus naturelle; mais nous ne possédons pas de données assez précises pour y trouver des caractères suffisans. On a déjà tenté de le faire en distinguant les volcans à laves felspathiques des volcans à laves vitreuses. M. Mesnard-Lagroye a cru remarquer que certains volcans donnoient abondamment de l'acide muriatique, que d'autres ne produisoient presque que de l'acide sulfureux, et que ces productions offroient quelques rapports avec la nature des laves, etc.

ARTICLE II.

MINÉRALOGIE VOLCANIQUE.

Les caractères des terrains pyrogènes, considérés sous le point de vue de leur époque de formation, étant suffisamment établis, nous abandonnons cette considération, pour étudier dans ces terrains les formations ou groupes de roches qui les composent. La position que chacun de ces groupes nous fera voir, et leurs autres particularités, nous feront connoître à laquelle des deux périodes, saturnienne ou jovienne, ils peuvent être rapportés.

L'examen des roches qui composent ces groupes, et des minéraux qu'on y trouve, constitue ce que je désigne sous le nom de MINÉRALOGIE VOLCANIQUE.

Je comprendrai sous ce titre la description ou au moins l'énumération des roches et des substances minérales qu'on observe dans les terrains pyrogènes volcaniques, soit qu'elles fassent partie essentielle de leur composition, soit qu'elles se bornent à s'y rencontrer comme accidentelles ou subordonnées.

On doit considérer ces roches et minéraux sous deux rap-

ports : celui de leur position respective, quand elle présente quelque règle, et celui de leur origine.

Sous le premier rapport se rangent les roches qui constituent ces terrains, c'est-à-dire, qui doivent leur origine à une action ignée, immédiate ou médiate.

Sous le second rapport se présentent des roches, et surtout des espèces minérales, d'origine très-différente. Nous ne voyons pas qu'il y ait, à leur égard, d'autres changemens à introduire aux principes de classification naturelle et philosophique établie autrefois par Dolomieu, que d'en simplifier un peu l'application.

Ce seroit néanmoins considérer ce sujet d'un point de vue peu géologique, si on donnoit sous chacun de ces titres l'énumération de tous les minéraux qui se rencontrent dans les roches volcaniques; on ne pourroit faire distinguer que difficilement et imparfaitement les minéraux qui sont propres à certaines roches et à certaines époques ; considération curieuse et très-importante pour la science géognostique.

Il est donc à propos de donner, non pas pour chaque roche, mais au moins pour chaque groupe et chaque sous-groupe, les minéraux qui leur sont propres, ou qui, du moins, s'y rencontrent plus spécialement, en les rapportant à chacune des divisions ou considérations précédentes.

Les roches qui composent les terrains typhoniens, plutoniques et volcaniques, peuvent se diviser, comme on l'a dit, en trois groupes principaux: le TRACHYTIQUE, le TRAPPÉEN et le LAVIQUE.

Cette division n'est absolue ni minéralogiquement, ni géognostiquement; mais cependant chaque groupe présente une prédominance de caractères dans sa nature, sa structure et sa position. Ces trois sortes de groupes ont été indiqués ou décrits dans le tableau des terrains qui les renferment, au mot THÉORIE DES TERRAINS, dans le Dictionnaire des sciences naturelles, savoir le groupe trachytique au 4.ᵉ groupe de la 8.ᵉ classe, et les groupes trappéens et laviques, dans la 9.ᵉ classe. Ce sont ces deux derniers seulement que nous examinerons ici avec quelques détails, comme appartenant évidemment aux terrains de fusion ou volcaniques.

Comme les roches qui entrent dans chacun de ces groupes

n'y présentent pas un ordre de superposition constant, nous ne pouvons pas suivre rigoureusement cet ordre, si essentiellement géognostique. La considération minéralogique de nature et de structure doit avoir ici une grande influence sur l'ordre dans lequel nous présenterons et nous étudierons les roches et minéraux des terrains pyrogènes.

Nous examinerons donc dans chaque groupe les roches et minéraux qui le composent ou qui y entrent, et nous les considérerons sous les points de vue de leur nature, de leur structure et de leur origine, sans cependant omettre, sous chacune de ces considérations, celle de leur position habituelle, et nous aurons le tableau suivant des roches et minéraux des terrains pyrogènes. Les roches y sont placées dans leur ordre de superposition ou plutôt d'apparition chronologique le plus habituel, en allant des plus anciennes au plus modernes, ou au moins aux plus superficielles.

Si cet ordre est difficile à suivre pour les roches de cristallisation, il l'est encore bien davantage pour les roches d'agrégation, qui accompagnent ou suivent presque toujours l'émission des premières, et doivent par conséquent être posées entre leurs couches, comme elles le sont en effet.

Il est aisé de voir que, fidèle aux principes que j'ai adoptés sur la détermination minéralogique des roches, et que j'ai exposés dans mon Essai de classification des roches, publié en 1813, et de nouveau en 1827, je n'ai pas confondu ici la désignation minéralogique des roches volcaniques avec leur histoire géognostique, que je n'ai pas décrit sous le même nom des roches différentes, uniquement parce qu'elles se présentoient dans une même formation.

Plusieurs géologues commencent à reconnoître ce principe et à le défendre même avec de puissantes raisons. J'ai été flatté de le voir hautement proclamé par M. Poulett-Scrope, dans son Mémoire sur l'arrangement descriptif des roches volcaniques[1], et de lui en voir faire l'heureuse application dans ses différens ouvrages.

---

1 *Quart. Journal of sciences*, 1826, Juillet, n.° 42. Il dit formellement qu'on distingue des granites, des syénites et des porphyres de différens âges; que les caractères et le nom minéralogiques d'une roche doivent précéder tout travail relatif à l'histoire géologique de cette roche, etc.

Tableau de la minéralogie typhonienne, plutonique et vulcanique.

ROCHES.

GR. TRACHYTIQUE.	GR. TRAPPÉEN.	GR. LAVIQUE.
Roches de cristallisation par action ignée.	*Roches de cristallisation par action ignée.*	*Roches de cristallisation par fusion ou action ignée.*
1. Trachytes divers. Domite. Argilolite. Alunite. Pumite et Ponce. 2. Stigmite perlaire. Rétinite. 3. Eurite porphyrique. Porphyre molaire.	1. Basanite et Basalte. Mélaphyre. Trachyte. Eurite. 2. Spilite. 3. Dolérite.	1. Leucostine. 2. Téphrine. 3. Stigmite et Obsidienne. Pumite et Ponce.
Roches d'agrégation par transports. Conglomérats.	*Roches d'agrégation par sédiment ou transport.*	*Roches d'agrégation par sédiment ou transport, soit aqueux, soit aérien.*
4. Brèche trachitique. Brecciole pumique.	4. Vakite. 5. Pépérine. 6. Brecciole. 7. Marne trappéenne.	4. Pépérine. 5. Brecciole volcanique (trass). Brecciole d'alunite. 6. Brèche volcanique (tufa). 7. Pouzzolane (rapilli, cendres). 8. Moya.

MINÉRAUX.

1.re *Considération.*	2.e *Considération.*	3.e *Considération.*	4.e *Considération.*
Minér. formés, cristallisés et *disséminés* dans les roches volcaniques lors de leur état de fusion.	Minér. formés, cristallisés et *rassemblés* dans les couches des roches volcaniques au moment ou après leur consolidation : Par exudation, Par infiltration, Par sublimation.	Minéraux et roches étrangères *engagés* dans les roches volcaniques de cristallisation ou de transport.	Roches hors du terrain volcanique *altérées* par le contact ou par l'influence de l'action volcanique.

1.er *Gr.* GROUPE **TRACHYTIQUE.**

Nous ne reviendrons pas en détail sur le groupe trachytique; ce que nous en avons dit ailleurs et ce que nous en di-

rons de nouveau en parlant de plusieurs de ses parties comme roches subordonnées au groupe trappéen, complétera ce qu'il y a à savoir d'essentiel sur ce groupe si remarquable, considéré comme groupe principal dans l'ordre du terrain typhonien plutonique et comme roche subordonnée dans les terrains typhoniens vulcaniques.

D'ailleurs, ce sujet a été traité avec tous les développemens et l'intérêt scientifique qu'il comporte, à l'article Indépendance des formations du Dictionnaire des scienc. natur.

Tous les géologues s'accordent à le regarder comme la base ou le noyau de la plupart des terrains vulcaniques. Suivant M. de Buch, le Vésuve seul semble faire exception à cette règle. Néanmoins les laves ne sortent pas toujours immédiatement du terrain de trachyte; elles traversent plus souvent le groupe basaltique, et prennent dans ces deux circonstances des caractères que nous indiquerons au groupe lavique.

Nous ne rappelons ici le groupe trachytique que comme base des terrains volcaniques, et pour faire remarquer de nouveau que les volcans actuels ou joviens n'ont donné nulle part de véritables trachytes. M. de Buch, cet ingénieux et profond observateur des terrains volcaniques, qui est une si grande autorité dans une question géologique de cette importance, avertit de ne pas confondre les laves felspathiques avec les vrais trachytes.

M. de Humboldt, dont l'opinion n'a pas moins d'autorité, dit dans ce Dictionnaire qu'il ne faut pas confondre le vrai trachyte du Drachenfels, du Chimborazo (il auroit pu ajouter, du Montdor, des monts Euganéens, de Hongrie, etc.), avec les laves leucostiniques, qui ont coulé par bandes étroites, etc.

2.ᵉ *Gr.* GROUPE **TRAPPÉEN.**

Il se compose, comme roches principales et fondamentales, de basanite et de toutes ses variétés, de dolérite, de vakite; et comme roches subordonnées, de spilite, d'eurite, de leucostine, de trachyte, de péperines diverses.

Dans les terrains vulcaniques il est généralement placé au-dessous des roches du groupe lavique, et paroît par conséquent arriver à la limite géologique la plus inférieure de ces terrains.

Son mode de formation est entièrement chimique et de fusion. Quant à ses roches fondamentales, ce n'est que dans quelques roches subordonnées qu'on trouve le mode de formation par voie mécanique de sédiment ou de transport (dans les pépérines, breccioles et brèches).

Quoique susceptible de présenter des divisions très-nettes, très-variées, très-remarquables, même tabulaires et presque horizontales, il ne montre nulle part aucun caractère de vraie stratification; mais il n'offre pas non plus la forme de coulée qui appartient au groupe lavique. C'est en général un terrain massif, sans divisions ou à divisions fragmentaires, columnaires, prismatoïdes, globulaires, tabulaires, etc.

Les formes extérieures de ces terrains sont des plus remarquables. Ce sont presque toujours des plateaux élevés, dénudés, un peu concaves dans leur milieu, à coupures absolument verticales.

Ces plateaux se présentent souvent en assez grand nombre dans une même contrée. Ils sont généralement noirs, composés de parties prismatoïdes dues à la division de la masse. Ils sont ordinairement posés sur la cime de collines ou de montagnes souvent stratifiées, séparés les uns des autres par des vallées larges et profondes, qui semblent les avoir entamés. Comme ils sont rarement parfaitement horizontaux, on remarque que leur inclinaison indique une continuité de pente commune à tous les plateaux. Cette disposition, jointe aux circonstances de même aspect, de même couleur, de même nature, ne peut guère laisser douter que ces plateaux séparés ne soient les parties d'une grande coulée en forme de nappes divisées par des causes postérieures et inappréciables pour nous, qui ont produit les fentes, les vallons étroits et profonds ou même les grandes vallées qui les séparent.

Ces plateaux, ainsi séparés, offrent un des exemples les plus tranchés de ce qu'on appelle une *formation morcelée*.

§. 1.er *Roches*[1] *et minéraux du groupe trappéen.*

* Roches de cristallisation par action ignée.

1. Le **BASANITE** et le BASALTE[2] base de cette roche, essentiellement composée de cette base et de pyroxène. C'est la roche dominante des terrains pyrogènes vulcaniques ou anciens.

Les minéraux formés par voie de cristallisation, au milieu

---

1 Nous ne décrirons pas ces roches. En général, on ne doit, en géognosie, décrire aucune roche. Ce genre de notion, tout-à-fait spécial, doit avoir été donné ailleurs; nous devons supposer toutes ces roches et minéraux définis et connus : il ne s'agit ici que d'examiner quel rôle elles jouent dans les terrains que nous décrirons géognostiquement. Par conséquent il doit suffire de les nommer, en faisant remarquer seulement les changemens et les particularités que leurs rapports géognostiques peuvent leur donner. On doit donc recourir aux ouvrages de minéralogie, qui renferment la description des minéraux simples et des masses minérales homogènes ou hétérogènes pour acquérir, si on ne la possède pas, une connoissance des caractères minéralogigues de ces corps. J'ai suivi, pour la désignation des minéraux, la spécification et la nomenclature univoque que M. Beudant a mis en usage dans son Traité de minéralogie, et pour les roches, la spécification et la nomenclature que j'ai exposées dans ma Classification minéralogique des roches, publiée en 1827.

2 Voyez BASALTE, Dict. des scienc. nat., tom. IV, p. 100, et BASALTE et BASANITE (*Classification minéralogique des roches*), au mot ROCHES, même Dictionnaire, tome XLVI, et dans le Traité séparé, pag. 64, esp. 47, et pag. 102, esp. 27.

Il y a néanmoins dans l'article du Dictionnaire des sciences naturelles, fait il y a vingt-trois ans (en 1805), beaucoup de propositions qui doivent être maintenant exposées et considérées d'une tout autre manière. Ainsi le prétendu *Grünstein* qui recouvre le basalte, est de la dolérite; la houille qu'on cite comme alternant avec le basalte en Bohème, etc., est souvent du lignite qui lui est inférieur, ainsi que cela a été constaté depuis cette époque pour la Hongrie, etc. La vraie houille, dans le basalte, n'est souvent appliquée que contre les filons ou placée sous les masses de cette roche, mais non interposée entre ses bancs. La présence des coquilles fossiles est très-incertaine, etc. La plupart de ces faits seront facilement rectifiés par les connoissances qu'on a acquises sur cette roche, et qui résultent de l'étude très-active qu'on en a faite depuis l'époque où cet article a été écrit; ils seront aussi étendus par ce qui va être dit sur la géognosie des terrains vulcaniques trappéens.

des roches du groupe trappéen, et pendant que ces roches encore fondues ou au moins molles et incandescentes, cristallisoient confusément par refroidissement, sont les suivans :

Le *pyroxène augite*, partie essentielle et visible du basanite et partie non moins essentielle, mais invisible, du basalte, suivant les observations de M. Cordier.

Le *péridot olivine*, le minéral le plus ordinaire dans les basanites après le précédent : il s'y montre quelquefois en masse considérable et y est aussi plus souvent et plus facilement altéré que l'augite ; il prend alors un aspect terreux, avec des couleurs verdâtre, rougeâtre, brunâtre, qui ont quelquefois un éclat métalloïde.

L'*amphibole schorlique* est plus rare dans le basanite qu'on ne l'avoit pensé, parce qu'on prenoit souvent des cristaux de pyroxène pour des prismes d'amphibole. (Près Montpellier ; au Puy-Corent en Auvergne ; Oberwiesenthal en Saxe, etc.)

Le *felspath* en petits cristaux comprimés, dans la dolérite, le mélaphyre, le trachyte et le felspath compacte (*Feldstein*), en cristaux enfermés et en nodules de cristallisation dans quelques basaltes passant à l'eurite. Ce minéral est très-rare, si même il se trouve jamais dans les basaltes noirs bien caractérisés.

Le *fer titané*, au moins aussi commun dans les basanites, etc., que le péridot olivine.

L'*amphigène* se trouve dans des roches volcaniques qui passent au basalte, mais qui ont autant des caractères des leucostines que de cette roche, et qui appartiennent par conséquent au groupe lavique. (Aquapendente, Viterbe, etc., dans les environs de Rome.)

On cite encore dans ce groupe, comme formé par la même voie : le *titane sphène*, le *mica* et l'*anthophyllite* ; ce qui est fort rare et peut être douteux.

Les minéraux qui paroissent s'être formés par voie de transsudation dans les cavités ou au milieu même des roches du groupe trappéen, au moment de leur consolidation, sont pour moi les suivans :

La *mésotype* et tous les minéraux de la famille des zéolithes, tels que *stilbite*, *analcime*, *chabasie*, *apophyllite*, *prehnite*, etc., qu'on trouve, soit dans le vrai basanite, soit dans les vakites,

spilites, qui font partie de cette formation, ainsi que la *néphéline*, la *sodalite*, etc.

Les variétés de l'espèce *quarz*, tels que l'*hyalite*, les *agathes calcédoines*, *jaspes*, *silex rétinite*, *quarz hyalin*, *améthiste*, etc., qui remplissent ou tapissent les cavités de ces roches.

La *barytine*, la *célestine*, l'*arragonite*, le *calcaire spathique*, le *cuivre natif*, le *cuivre résinite*, la *chlorite baldogée*, l'*harmotome*, le *sphœrosidérite*, dont les cristaux tapissent ou sont implantés dans les mêmes cavités; ceux-ci paroissent, par leur nature et leur position, y être venus comme par voie d'infiltration des dissolutions de ces minéraux, lorsque la masse trappéenne n'avoit pas encore été amenée à l'état de densité qu'elle a pris depuis.

L'*arragonite*, le *bitume*, semblent avoir été déposés plus évidemment encore que les autres espèces minérales dans les cavités et fissures de ces roches.

En examinant la manière d'être de cette seconde série de minéraux au milieu des roches qui composent le groupe trappéen, on voit qu'ils n'ont pas dû, comme les précédens, cristalliser au milieu même de la masse en fusion et faire partie de la roche, puisque ces minéraux ne se trouvent qu'en nodules rassemblés dans plusieurs points de ces roches; nodules souvent sphéroïdaux, ellipsoïdes ou au moins tuberculeux, composés souvent aussi de zones sinueuses, parallèles entre elles et aux parois de la cavité où ils se sont moulés. Cette disposition indique que cette cavité existoit en tout ou au moins en partie avant la formation de ces nodules; mais ce qui ne laisse aucun doute pour moi sur ce mode de formation, c'est la cavité qu'on trouve presque toujours au milieu de ces nodules; les parois de cette cavité sont tapissées ou de stalactites siliceuses, ou de cristaux de quarz hyalin et d'autres substances: toutes circonstances qui repoussent l'idée d'une formation par cristallisation confuse au milieu d'une matière pierreuse, molle par incandescence.

Mais une autre circonstance encore plus importante, et qui doit faire présumer que les minéraux que présentent ces cavités s'y sont cristallisés après la consolidation de la masse et un refroidissement suffisant, c'est l'état de conservation de ces cristaux, susceptibles la plupart d'être altérés par une

chaleur incandescente; c'est surtout l'eau que renferment la plupart d'entre eux : eau de cristallisation et non d'intromission mécanique, et qu'une température un peu élevée fait facilement dégager.

Je n'admets pas, pour la formation de ces cristaux, l'infiltration de beaucoup postérieure à la consolidation et au refroidissement complet de ces roches souvent si homogènes et si denses; car on ne connoît et je ne conçois aucun liquide dissolvant susceptible d'amener dans ces cavités peu étendues les quarz, les mésotypes, les sulfates de baryte et de strontiane qu'on y voit en cristaux si volumineux et si nets. Il me semble au contraire qu'en admettant que la masse molle de ces roches étoit comme imbibée de ces dissolutions aussi concentrées qu'on voudra le supposer, on peut se figurer que les parties de la roche, en cristallisant confusément, en se solidifiant et se rapprochant, ont comme comprimé et fait suinter dans les cavités une partie même de ces dissolutions, et y ont déposé les composés qui par leur nature ne pouvoient cristalliser au milieu de la masse élevée à une haute température, et cela par un procédé analogue à celui qui tapisse les cavités bulleuses des mattes de cuivre de filamens de ce métal natif, les cavités des argiles des filamens du sulfate de fer qui se forme au milieu d'elles, etc.

La troisième manière dont les roches et minéraux qu'on rencontre dans les roches du groupe trappéen y ont été introduits, est tout-à-fait différente des précédentes. Il me paroît, et c'est aussi l'opinion d'un grand nombre de géologues, que ces minéraux sont tout-à-fait étrangers aux roches volcaniques, mais qu'ils ont été pris par ces roches et enveloppés dans leur masse au moment de leur passage violent au milieu des roches d'une autre sorte et d'une autre origine, qu'elles ont brisées et comme broyées, pour se développer librement à leur surface.

Ce sont, parmi les espèces minérales:

Le zircon hyacinthe. — Le corindon télésie. — Le spinelle pléonaste. — Le mica, dans les vakites. — Le pyroxène augite, le calcaire saccaroïde et le grenat, dans les pépérines.

Et parmi les roches composées, dont les fragmens, enve-

loppés dans les basanites, prouvent que ceux-ci les ont traversés, ce sont:

Le trachyte lui-même. — Le granite. — La syénite. — Le gneiss? — Le grès. — Le calcaire compacte jurassique, et le calcaire grenu. — Des galets de quarz. — Des fragmens de thermantide, etc.

Trachyte. Nous ne considérons ici cette roche que comme subordonnée aux terrains trappéens, puisque nous l'avons examinée ailleurs comme roche principale des terrains trachytiques.

Les rapports des trachytes et des roches de même origine qui lui sont associées, tels que le *domite*, le *porphyre molaire*, la *perlite*, l'*argilolite*, avec le basanite et ses roches, sont assez difficiles à établir dans plusieurs contrées (en Hongrie, dans les Cordillères des Andes, etc.). Nous avons vu que, comme roche principale, le terrain trachytique paroissoit généralement inférieur au terrain trappéen ou basaltique, et c'est une disposition assez claire dans les îles Canaries, en Auvergne, etc. Mais c'est aussi dans ces lieux qu'on cite des couches de basalte interposées dans des roches trachytiques et des trachytes interposés dans des roches trappéennes. Cette disposition est fort remarquable au lieu dit *le Plateau de l'angle*, cascade du Montdor, près le village des bains. On y voit, en allant de haut en bas, d'abord uu vrai trachyte qui recouvre un trachyte ponceux, qu'on nomme *tufa*; au-dessous est un phonolite noirâtre, avec augite et felspath vitreux; puis du basalte grisâtre compacte, sonore, à petits cristaux de felspath, et à cavités elliptiques; enfin, une brecciole ou pépérine, renfermant des veinules noirâtres, qui vont en s'amincissant et même en se perdant dans cette roche.[1] On remarquera que si le trachyte est bien caractérisé, il n'en est pas de même du basalte qui se rapproche des leucostines, c'est-à-dire des roches plus felspathiques qu'augitiques.

Quoiqu'on considère en général les trachytes comme des roches qui, tout en devant leur structure et plusieurs de

1 Poulett-Scrope, *Mem. on geology of central France*, p. 109, pl. 11.

leurs caractères à l'action du feu, n'ont cependant pas éprouvé la fusion des laves, M. Poulett-Scrope croit pouvoir admettre que quelques-uns d'entre eux ont éprouvé un ramollissement pâteux, qui a permis à leurs divers composés de se réunir en cristaux. Le même naturaliste admet que les volcans actuels ont pu former des trachytes.

L'Eurite compacte sonore (*Klingstein*, phonolite) et l'Eurite porphyroïde sont des variétés d'une même roche à base de pétrosilex, qui appartiennent plutôt au groupe trachytique qu'au groupe trappéen; cependant, comme ils se présentent aussi en bancs irréguliers et en masse droite dans les terrains trappéens, on doit en faire mention; mais on ne peut entrer dans de grands détails à leur sujet, sans courir le risque d'appliquer aux eurites de ce dernier groupe ce qui appartient à celles du groupe trachytique. Leur position, même dans le vrai basalte ou dans les roches qui font évidemment partie de ce groupe, ne me paroit pas clairement établie, et je ne l'y placerois pas sans l'autorité de M. de Humboldt, qui avance que l'eurite phonolite est superposé au basalte dans les Cordillères et dans l'Auvergne.

2. Le **Spilite**[1]. Cette roche appartient bien évidemment aux terrains pyrogènes saturniens. M. de Buch admet cette régle, et il regarde même la présence des spilites dans un terrain volcanique comme une preuve de la formation ancienne ou saturnienne des laves qui l'accompagnent.

Les spilites, caractérisés ailleurs, sont rarement superficiels; ils paroissent même être une des roches le plus inférieures des terrains trappéens, étant toujours recouverts ou de dolérite, ou de basanite.

Ils se montrent aussi en filons dans les terrains anciens de traumate et de calcaire compacte, et en amas couchés, subordonnés et comme introduits par une force de soulèvement entre les lits ou couches de ces roches (au Harz, où ils renferment du calcaire zoophytique; au Derbyshire, où le spilite est introduit entre des couches de calcaire métallifère, etc.).

---

1 Basalte amygdaloïde. — *Toadstone* des Anglois.

C'est dans cette roche que se trouve le plus grand nombre des minéraux engagés dans des fissures ou implantés dans des cavités, dont on a donné l'énumération en parlant du basanite, roche principale et dominante du groupe trappéen.

Les spilites prennent quelquefois un développement tel qu'on pourroit les considérer comme roches principales : telles sont, d'après M. de Buch, les masses de cette roche qui s'élèvent à de grandes hauteurs dans les îles Canaries; celles de la côte nord d'Antrim en Irlande, de l'île d'Eigg dans les Hébrides, du Snöfields-Jockul en Islande.

3. La **Dolérite** [1] paroît être composée des mêmes minéraux que le basalte, c'est-à-dire de pyroxène et de felspath, mais en cristaux distincts. Elle offre par conséquent plus complétement que lui le caractère de formation par voie de cristallisation confuse, et les caractères ignés y sont encore moins sensibles que dans les basaltes et les basanites. Cependant il est assez remarquable que cette roche, beaucoup moins répandue que le basalte, se trouve assez ordinairement plutôt au-dessus de lui que dedans ou au-dessous, quand elle se montre dans les mêmes lieux (mont Meisner en Hesse).

C'est une roche dont la composition est peu variée ; elle présente néanmoins la circonstance assez remarquable de renfermer, en cristaux disséminés, certains minéraux que nous avons déjà signalés comme se trouvant en cristaux implantés dans les cavités des roches pyrogènes, la néphéline et la sodalite. Mais cette dolérite diffère beaucoup de la variété du Meisner, qui est le type de cette sorte de roche. Elle renferme aussi, comme d'autres roches pyrogènes, des péridots, des amphigènes, des grenats mélanites, du mica, du fer oxidulé et du fer oligiste.

Cette roche est beaucoup plus répandue qu'on ne le pensoit autrefois. On la cite en petites chaînes de montagnes (dans le Kaiserstuhl en Brisgau), en petits monticules isolés (à Beaulieu en Provence), sur les sommets de montagnes basal-

---

1 Nom donné par Haüy à la roche qu'il avoit nommée momentanément *Mimose* ou *Mimosite ; Grünstein* secondaire des géologues allemands, etc. ; *Duckstein* du Meisner, Leonh.

tiques (au Meisner en Hesse), et même en filons dans cette roche, ce qui s'accorde très-bien avec sa position au-dessus d'elle dans un grand nombre de lieux (à Salisbury-Craig en Écosse, dans l'île écossoise de Rume).

Cette roche ayant été pendant long-temps mal déterminée, on ne peut pas admettre comme exacts les lieux très-nombreux où on prétend qu'elle se montre dans des roches de nature et d'époque très-différentes. Au reste elle doit avoir traversé les mêmes roches que le basalte, puisqu'elle se montre avec et au-dessus de lui.

** Roches d'agrégation par sédiment ou transport.

Les roches d'agrégation se présentent dans le groupe trappéen beaucoup plus abondamment que dans le trachytique, mais moins cependant que dans le groupe lavique. Ces différences ne viennent peut-être pas de ce que les causes de transport étoient moins nombreuses, moins fréquentes et moins actives dans ces anciens temps, que dans les temps actuels; car, si les terrains de transport de ce groupe sont inférieurs en nombre et variétés à ceux du groupe lavique, ils ne le sont pas en masse et en étendue. Mais elles paroissent résulter des rapports d'ancienneté de ces terrains. Les causes actives qui ont balayé la surface du globe à plusieurs époques, ont dû enlever une grande partie des anciens terrains de transport, qui étoient composés de matières terreuses et non cimentées.

Les roches d'agrégation, nommées *agrégats*, *brèches*, *tufa*, *conglomérats*, etc., de ces terrains, se sont interposées à plusieurs reprises entre leurs roches; ainsi à Ténériffe des galets de basalte et des couches de scories alternent à plusieurs reprises avec le basalte (de Buch). Ces roches ne présentent souvent que de très-foibles différences avec les roches du groupe lavique dues à une même cause, et elles ne peuvent, dans quelques cas, s'en distinguer que par leur position et par les débris qu'elles renferment.

La nomenclature de ces roches est mal assise; les variétés sont mal définies, et on éprouve par là un assez grand embarras pour distinguer ces roches d'agrégation, citées par les géologues vulcanistes et désignées toutes sous les mêmes noms

ou sous des noms arbitraires, et pour savoir par conséquent auquel des trois groupes et à laquelle des époques géognostiques qu'ils caractérisent, il faut les rapporter.

4. La **VAKITE**[1]. La VAKE, qui est la base de cette roche, présente une texture et une structure qui jettent de l'incertitude sur son mode de formation. Elle fait donc la transition très-naturelle des roches de fusion ignée ou au moins de formation cristalline sous l'influence d'une haute température aux roches de sédiment. La vakite prend quelquefois un tel développement, qu'elle peut être considérée, dans certains lieux, comme roche principale des terrains trappéens.

C'est une roche qui est plutôt formée par voie mécanique ou de sédiment boueux, que par voie chimique ou de cristallisation. Cependant elle renferme des veines ou parties cristallines, non pas de sa propre substance, mais principalement de calcaire ; ce calcaire paroît même avoir pénétré la masse de la roche, et lui donner la propriété de faire une vive et assez longue effervescence avec les acides. Ses fissures et cavités sont quelquefois tapissées des cristaux de ces espèces minérales qu'on désignoit autrefois par le nom trop vague de *zéolithe*.

La vakite renferme en outre des minéraux engagés, notamment des pyroxènes, des amphiboles, du mica en grandes lames brunes. Ce minéral paroît lui être plus particulier que tous les autres qui se rencontrent également dans les cornéennes, les spilites, etc.

La vakite et la vake se montrent dans deux positions bien différentes. Dans l'une elles indiquent leur origine vulcanique : c'est lorsqu'elles sont en collines, plateaux ou couches subordonnées aux basanites, au milieu des terrains volcaniques, renfermant la plupart des minéraux que ces terrains contien-

---

1 Voyez sa définition et ses caractères : Classification des ROCHES, pag. 100. C'est une des roches dont la détermination laisse le plus de vague; aussi ne peut-on pas en citer un grand nombre d'exemples avec certitude : ceux qui sont rapportés à l'article précité, sont authentiques et me paroissent suffisans. Ainsi les montagnes d'Oberstein sont de cornéenne ou de spilite, et non de vakite, du moins d'après les caractères qui ont servi à tous les géognostes et minéralogistes pour distinguer ces deux pierres.

nent. Telle est la position de la vakite d'Auvergne, de celle de la montagne basaltique de Scheibenberg dans l'Erzgebirge.

Dans d'autres cas elles forment de vrais filons dans des roches agalysiennes de gneiss, de schiste luisant, etc. A Wolkenstein dans l'Erzgebirge en Saxe; à Annaberg, à Joachimstadt en Bohème, où les filons renferment, en petite quantité il est vrai, des minérais de cuivre, d'argent rouge, de cinabre, de pyrite, accompagnés de quarz et même de fluorite. Ils ne présentent par conséquent aucun des caractères qu'on regarde comme propres aux terrains ou roches pyrogènes.

5. **PÉPÉRINE** et Brecciole trappéenne. Ces conglomérats ou roches d'agrégation sont composées comme l'indique leur dénomination. Non-seulement ils recouvrent les terrains trappéens, mais ils alternent avec leurs roches et établissent, d'une manière très-remarquable et très-précise, par les débris organiques qu'ils renferment, l'époque géognostique où s'est épanchée la partie du groupe trappéen au milieu de laquelle elle se trouve.

Telles sont les pépérines grisâtres et brunâtres de Viterbe, qui renferment des ossemens d'éléphans; celles de Montecchio-Maggiore, du val Nera, etc., dans le Vicentin, qui renferment des coquilles du terrain thalassique, etc.[1]

On doit rapporter à ces sortes de roches et donner comme exemple de celles qui sont formées par voie de sédiment:

Les Marnes trappéennes, qui sont interposées entre les bancs de basalte, en Écosse, en Allemagne, dans les Cordillères, et qui ont été signalées particulièrement par M. de Humboldt.

Ces marnes très-denses, friables par décomposition, sont ordinairement de couleur jaune; le carbonate de chaux qu'elles contiennent n'a pas perdu son acide carbonique aux endroits mêmes où il est en contact avec le basalte. (Isle Graciosa, où M. de Humboldt a compté plus de cent couches alternant avec le basalte; Mittelgebirge en Bohème, Stiefelberg, où

---

1 Voyez ces exemples et beaucoup d'autres, à l'article Roches du Dictionnaire des sciences natur., espèce 45 des roches hétérogènes.

MM. de Humboldt et Freiesleben trouvèrent au milieu du basalte de la marne en colonnes qui contenoit des empreintes de végétaux.)

La *marne argileuse* (*Thonmergel*), que M. de Humboldt a remarqué sur les Cordillères, contient beaucoup de cristaux de pyrope et d'augite.

Cette marne alterne en quelques endroits avec le basalte. (Regla à la cascade, chemin de Regla à Totonilco el grande, Cuchilaque au nord de Cuernavaca ; Cubilete près Guanaxuato.) M. Stift a trouvé pareillement à Sonnenberg, près Wiesbaden, de l'argile glaise entre les basaltes.

§. 2. *Position et rapports géognostiques des terrains vulcaniques trappéens.*

Les roches dont on vient de donner l'énumération, composent le grand groupe des terrains vulcaniques trappéens ou en font partie; elles ont toutes le même gisement général, offrent le même aspect extérieur, les mêmes circonstances de forme, les mêmes rapports avec les terrains stratifiés ou neptuniens, et ne diffèrent entre elles que par leur nature et leur texture minéralogique, et par leur position respective; encore ces différences sont-elles peu importantes, peu constantes, et par conséquent très-souvent difficiles à saisir.

Nous avons vu dans quel rapport de position ce groupe étoit avec les autres terrains pyrogènes, et même, mais d'une manière très-succincte, avec les terrains stratifiés. Il faut examiner maintenant ces rapports plus en détail, en les étudiant principalement sur les basanites, roches fondamentales et dominantes de ce groupe.

Les diverses roches de formation basaltique forment, comme il a déjà été dit, soit des montagnes isolées, soit des groupes de montagnes sur les formations les plus différentes. Les montagnes isolées se rencontrent souvent à une distance considérable de la chaîne principale. Dans les groupes ou chaînes, l'une ou l'autre des roches trappéennes prédomine ordinairement; par exemple, la dolérite dans le Kaiserstuhl; tandis que la phonolite et le basalte compacte y sont rares; l'eurite et la phonolite prédominent au contraire dans le Högau. Dans le val de Sassa c'est la wacke qui a le plus de

développement et le basalte qui en a le moins. Les modifications vitreuses de la formation trappéenne sont les plus rares; outre les lieux cités plus haut, on ne les a encore trouvées qu'à Beaulieu, à Monteglosso dans le Vicentin, où elles constituent un stigmite ou perlite noire très-remarquable; à Velbine en Bohème, et à Chenavari près Rochemaure en Vivarais.

Les roches d'agrégation sont fréquentes dans quelques montagnes (Habichtswald, Styrie, les Bragonsa dans le Vicentin), tandis qu'elles sont rares en Écosse.

Le basalte proprement dit, la dolérite et la phonolite forment des montagnes séparées: il n'est pourtant pas rare de trouver la transition des deux dernières espèces au basalte (Meisner, Kaiserstuhl, Högau). Il est rare (Palma) que le basalte compacte repose sur de la dolérite. Lorsqu'on trouve ensemble de la dolérite, du phonolite et du basalte, les deux premières roches couvrent la seconde, ou bien la dolérite se change dans le bas en basalte. Dans un grand nombre de contrées le basalte est assis sur le trachyte (Auvergne, au Pic et à l'Angustura à Ténériffe) ou dans la proximité de montagnes trachytiques (monts Euganéens, Siebengebirge); en d'autres lieux, cette disposition est rare (Hongrie, Cordillères). Jusqu'ici on n'a jamais trouvé des roches de formation basaltique enfermées dans le trachyte, d'où il paroît suivre que les terrains basaltiqnes sont *en général* plus récens que les terrains trachytiques, proposition admise par tous les géologues.

D'après plusieurs observations, les terrains trappéens sortent des formations primitive, de transition et secondaire; tantôt ils paroissent comme répandus sur ces diverses formations, et tantôt comme enveloppés dans des terrains entritiques (porphyres, etc.), qui semblent eux-mêmes se changer insensiblement en basalte.

Ces masses sont, à l'exception de la phonolite, rarement composées d'une seule roche; mais elles sont ordinairement disposées par couches avec des roches formées ou exhaussées en même temps; c'est ainsi que la dolérite, la spilite, la vake, les conglomérats et le basalte forment des couches à part, quelquefois alternantes, dans les îles basaltiques. On trouve aussi des cônes basaltiques qui sont comme revêtus, en forme de

manteaux, de couches de conglomérats (environs d'Oberwolmar, Dürrnberg près Zirenberg en Hesse), ou bien, des dépôts terreux de marne et d'argile, formés à la même époque, sont disposés en couches avec le basalte (île Lancerote, Trzeblitz, Hurvka en Bohême, Cuchilaque au nord de Cuernavaca, Cubilete, près Guanaxuato; Stiefelberg en Bohème.)

On a dit que les terrains trappéens sortoient de terrains plus anciens et très-différens les uns des autres. Il y en a de nombreux exemples : la roche basaltique, nommée *roche rouge* en Vivarais, sort de la manière la plus évidente du granite et s'élève au-dessus de lui comme un rocher isolé. J'ai examiné avec attention ce rocher remarquable sur les lieux avec M. Bertrand-Roux, et toutes les circonstances accessoires m'ont convaincu de la réalité de cette disposition.

Dans la Schneegrube du Riesengebirge, MM. de Buch et Burkart ont reconnu que le basalte sortoit du granite. La même disposition se présente à Georgenberg, Breitenberg et Spitzberg en Silésie, à la Landskrone près Görlitz en Lusace, au Buchberg en Bohême, à Stolpen près Dresde, aux environs d'Aschaffenbourg, dans les îles écossaises et ailleurs.

Le basalte du Mühlberg et du Kieferberg en Silésie sort du gneiss; on voit ce même phénomène près Straden en Bohême. Le Druidenstein près Heckersdorf, ainsi que les monts basaltiques de l'Eifel, sortent du terrain de traumate. Le basalte des environs de Landeck en Silésie sort du micaschiste. La dolérite du Katzenbuckel, dans l'Odenwald, s'élève du grès ancien. A Saint-Annaberg, près Cosel en Silésie, le basalte sort du calcaire compacte. Le basalte, en plus d'un endroit du Vicentin, s'est frayé un passage dans le calcaire alpin, et près Kratzenberg en Hesse, dans le calcaire conchylien (*Muschelkalk*). Près Eschwege, le basalte a percé le grès; au Meisner il s'élève de même hors du grès. Il paroît qu'en général le grès à lignites est la roche que les basanites ont recouverte le plus fréquemment (Newcastle en Écosse, Habichtswald en Hesse, Mittelgebirge en Bohème, le Forez en France; dans une grande partie de la Hongrie, etc.).[1]

---

1 La plupart de ces citations et des suivantes sont prises textuellement dans l'ouvrage de M. Ungern-Sternberg.

Les rapports si communs de ces deux roches, le basalte étant toujours au-dessus du grès, sont difficiles à concevoir et par conséquent à expliquer. Le fait lui-même, quoique bien constaté en général, est rarement complet, c'est-à-dire qu'on voit bien très-communément le basalte sur le grès et les lignites; mais on ne sait pas s'il est venu de loin les recouvrir, ou s'il les a percés; s'il les a trouvés faits et déposés, ou s'il a eu de l'influence sur leur dépôt ou leur formation, dans les lieux où ces deux roches se trouvent ainsi en contact. La fréquence et la constance des phénomènes de ces contacts semblent indiquer une liaison entre les deux circonstances. D'autres faits (l'anthracite bacillaire provenant du lignite sous le basalte du Meisner) établissent de la manière la plus évidente que les lignites étoient déjà déposés et formés lorsque les basaltes les ont recouverts. Mais rien ne nous indique pourquoi deux formations si différentes, si limitées, se trouvent si fréquemment l'une au-dessus de l'autre.

Les filons de basalte, qui ne sont pour ainsi dire que les racines des roches et terrains basaltiques, élevés et épanchés au-dessus des terrains anciens, doivent se présenter, et se présentent en effet, dans des formations ou terrains primordiaux et de sédiment de toutes les époques; dans le granite (île écossoise d'Arran), le gneiss (Belin au Schlossberg, sur la Reuss), la syénite (Plauenscher Grund près Dresde), la traumate (Liers, sur l'Aar), le grès (Kahlenberg, près Eulle, cercle de Leutmeritz), la houille (Newcastle en Angleterre, et dans beaucoup de mines de ce combustible en Écosse).

Ces filons sont ordinairement verticaux ou à peu près, rarement horizontaux (Friedstein). Ils sont d'épaisseur diverse. A Wolkenstein, dans l'Erzgebirge saxon, on en remarque un d'un décimètre d'épaisseur; dans l'île écossoise de Skye, il y en a un de 40 mètres. Les filons les plus puissans se trouvent dans les terrains secondaires; les moins puissans, dans les roches primitives. Il n'est pas rare que plusieurs filons, souvent parallèles ou qui se croisent (île Skye), traversent la roche et en sortent; ils ont alors la forme de murs (*dykes*), qui s'élèvent au-dessus de la surface des montagnes (Arragh en Irlande, où il s'en présente de 10 à 14 mètres de hauteur; le mur du diable (*Teufelsmauer*) en Bohème). La masse du filon

est ordinairement fissurée, bulleuse, rarement compacte (Oberwiesenthal), souvent mêlée de mica, de felspath, d'olivine, de calcaire spathique, d'augite, de quarz, etc. On y trouve aussi des fragmens de la pierre que le filon traverse. Le basalte dans ces filons passe fréquemment à l'état de dolérite et de vacke.

Roches hors du terrain volcanique, altérées par le contact ou par l'influence de l'action volcanique.

Les filons de basalte ont deux sortes d'action sur les roches qu'ils traversent :

Tantôt ils modifient la situation des couches, qu'ils percent, et déplacent les filons de métaux. A Newcastle la différence de niveau des couches de houille ainsi traversées est de 180 mètres; tandis qu'en d'autres endroits les couches ne sont pas sensiblement dérangées.

Tantôt les filons de basalte altèrent les pierres qui les avoisinent. Dacosta a examiné le calcaire de la chaussée des Géans, et trouvé la différence suivante entre celui qui est en contact avec le basalte, et celui qui en est à quelque distance.

En contact.	A distance.
Cassure brillante	inégale.
Éclat luisant.	terne.
Couleur gris verdâtre	jaune blanchâtre.
Translucidité aux angles	opaque.
Dureté moyenne	se fendant aisément.
Pesanteur spécifique, 2,580 . . .	2,360.

Composition.

3	Silice	00,75
2	Argile	2
47	Chaux	48
36	Acide carbonique.	37
12	Eau ?	12
100		99,75.

Il y a beaucoup d'autres exemples de ces altérations. Cependant toutes les roches basaltiques ne les produisent pas.

J'ai vu, près d'Aubenas dans l'Ardèche, un filon de basalte très-compacte, très-régulier, traverser des couches également régulières de calcaire compacte sans leur avoir fait éprouver d'altération ni dans leur stratification ni dans leur nature.

M. Hessel cite, dans le pays de Marburg, sur la pente au N. de Kaltstall, une masse considérable de dolérite s'appuyant contre un terrain de calcaire compacte et d'argile, sans que ni l'une ni l'autre de ces roches paroissent avoir été altérées par le contact immédiat de la dolérite.

Le granite se décompose facilement dans le voisinage des filons de basalte (îles d'Écosse, environs de Clermont), tandis que les fragmens de granite inclus dans le basalte ont une couleur gris-jaunâtre et une cassure brillante (Schneegrube).

Le schiste argileux se change en schiste siliceux (îles d'Écosse) ou en une masse jaspoïde (Siegen, Druidenstein près Heckersdorf).

Le grès devient crevassé; les parties métalliques sont sublimées et se montrent en dendrites; les grains d'argile qui y sont disséminés, se changent en porcellanite (blaue Kuppe, Pflaster-Kante).

Le lignite (*Braunkohle*) devient sec, se sépare en morceaux à peu près cubiques, et se change en lignite piciforme et luisant (Habichtswald, Grossalmerode au Meisner).

La houille (*Steinkohle*) perd sa substance bitumineuse, passe à l'anthracite, devient grisâtre, montre des séparations scapiformes, et la disposition des couches est changée (côte d'Ayrshire, Newcastle).

Les tripolis, qui se rencontrent si fréquemment dans les terrains pyrogènes vulcaniques et ordinairement au-dessous des roches trappéennes de ces terrains, paroissent devoir leur texture, leur aridité, leur dureté, à l'influence vulcanique.

3.e *Gr.* GROUPE LAVIQUE.

Les roches qui le composent ont toutes très-clairement l'apparence qu'on a toujours regardée comme un caractère des laves ou des roches fondues par l'action volcanique. Elles ont une texture poreuse, ne présentent en masse aucune structure déterminable, sont rudes et âpres au toucher; la texture de leur partie solide est grenue ou presque vitreuse, et

offre tous les caractères d'une fusion presque toujours complète, quelquefois cependant simplement pâteuse.

Ce groupe est donc de formation principalement chimique. Il renferme néanmoins des roches d'agrégation ou de transport sans agrégation, et même plus abondamment que les autres groupes : il n'offre jamais d'indice de véritable stratification, et présente rarement des fissures de division qui séparent ses masses en parties même irrégulières.

Les formes extérieures des terrains de ce groupe sont en général tellement bien déterminées qu'on peut reconnoître à de grandes distances les montagnes qui lui appartiennent. Le terrain lavique est disposé en coulées qui offrent toutes les formes que nous avons indiquées, ou en montagnes ou monticules en général très-régulièrement coniques, souvent creusées vers leur sommet d'une dépression concave, qu'on appelle cratère, et dont le milieu ou plusieurs parties de son fond sont percés d'ouvertures, qui, dans les volcans en activité, communiquent à des canaux profonds. Nous avons décrit ailleurs les cratères.

Les montagnes laviques, qui sont tantôt fort petites (le Monte nuovo, etc.), tantôt, au contraire, extrêmement élevées, sont aussi tantôt isolées et tantôt réunies, soit en groupes, soit en lignes ou chaînes ordinairement peu étendues. Cette dernière disposition est même la plus ordinaire, quoiqu'il ne soit pas toujours facile de l'apercevoir, à cause de la position irrégulière ou de l'espèce de dispersion des cônes volcaniques dans la largeur ou zone de ces chaînes.

Les terrains laviques n'ont cependant pas toujours cette forme ; ils se présentent aussi en collines peu élevées ou en amas irréguliers. Leur couleur est plutôt grisâtre que noire.

On n'y voit aucun cours d'eau, et il faut, pour qu'il s'en forme et pour que la végétation s'y établisse (et elle y devient quelquefois très-vigoureuse), que ces terrains anciens aient éprouvé un commencement de désagrégation ou même de décomposition qui ait ameubli leurs roches dures et vitreuses. Cette altération tient même plutôt à la nature des laves qu'à leur ancienneté ; car on connoît en Auvergne, en Vivarais, etc., des courans de laves de l'époque saturnienne qui sont encore aussi entiers, aussi intacts que s'ils venoient

de s'épancher du volcan; tandis que des laves du Vésuve, dont l'origine est connue, sont déjà cultivées en vignes avec avantage.

Les roches qui constituent ces terrains portent le nom général de laves; nom qui indique, comme nous l'avons dit ailleurs, un mode de formation, une matière quelconque qui a coulé, plutôt qu'une matière minérale particulière. Les coulées de laves présentent dans leur épaisseur une texture souvent très-différente. Dans un même courant le fond est dense, d'aspect vitro-cristallin; la partie supérieure, au contraire, est poreuse, celluleuse même, et constitue ce que l'on nomme une *scorie.* Une scorie est donc encore une manière d'être et ne peut pas constituer plus qu'une lave, une espèce minérale; elle doit être répartie, comme variété de structure, parmi les roches volcaniques; aussi voit-on des téphrines scoriacés, des basanites scoriacés, les deux seules roches volcaniques qui aient présenté cette sorte de texture.

* *Roches de cristallisation par fusion ou action ignée.*

1. **Leucostine** (lave pétro-siliceuse, phonolithe). Cette roche comprend les produits volcaniques qu'on nommoit autrefois laves pétro-siliceuses : ce sont donc celles qui se rapprochent le plus des basanites et des trachytes; elles sont même souvent très-difficiles à distinguer des eurites compactes et des eurites porphyriques. On voit ces roches associées et passant l'une à l'autre dans les mêmes collines ou montagnes volcaniques, comme cela se voit à la Sanadoire et à la Tuilière en Auvergne; enfin, par leur compacité, leur structure en grand, la forme des collines qu'elles composent, l'absence de cratères et de coulées bien caractérisée dans ces collines et terrains, ces laves, en s'éloignant beaucoup de l'aspect que semble indiquer cette expression, se rapprochent des terrains trachytiques et pourroient peut-être se trouver tout aussi bien placés dans ce terrain que dans le groupe lavique.

Il paroît qu'elles appartiennent toutes, ou au moins la plupart, à la partie de ce groupe que l'on peut attribuer à l'époque saturnienne ou antédiluvienne.

Les exemples cités à l'article de cette roche dans la clas-

sification minéralogique des roches, suffisent pour donner une idée des terrains volcaniques où elles se présentent.

2. **TÉPHRINE** (laves proprement dites[1]). La plupart des variétés de cette roche constituent les coulées des terrains volcaniques : ce sont les laves par excellence ; elles forment les parties les plus nouvelles des terrains vulcaniques et saturniens, et la masse principale et quelquefois même entière des terrains volcaniques actuels.

L'amphigène est quelquefois si abondant dans des laves tant anciennes que modernes, qu'il semble faire une roche à part de ces téphrines amphigéniques, tantôt remplies de très-petits cristaux microscopiques d'amphigène, tantôt contenant seulement des cristaux épars de différente grosseur de ce minéral.

Ici se rapportent la lave de Borghetto, qui se distingue par ses cristaux d'amphigène alongés, circonstance très-remarquable; la lave de la *Fossa-Grande* au Vésuve, presque toute formée d'amphigène ; les laves du Vésuve de 1037, 1737, 1767, 1777, 1820, etc. ; la pierre à pavé napolitaine, appelée *lave à points* ou *picotée*, produite par l'éruption de 1631 ; la lave à cristaux presque microscopiques d'amphigène, qui se présentent comme des points dans la masse des torrens de lave de 1767 et 1769.

Les téphrines sont presque toujours disposées en coulées

---

1 *Greystone*, Poulett-Scrope, *Arrang. of volcanic rocks*, 1826. J'ai vu avec satisfaction dans ce mémoire (que je n'avois pas eu occasion de consulter, lorsque je publiai ma Classification des roches en 1827) que l'auteur professe, sur la détermination des roches et sur la distinction qu'il faut établir entre cette considération et celle de leur position géognostique, les mêmes principes que ceux que j'ai émis et développés, non-seulement dans mon Écrit de 1827, mais bien antérieurement dans le premier Essai de classification des roches, que je publiai en 1813, dans le Journal des mines, t. 34. M. Poulett-Scrope a donné pour les trois roches principales qu'il reconnoît dans les terrains volcaniques, le trachyte, le *greystone* et le basalte, des caractères minéralogiques très-précis que nous ne pouvons rapporter ici, et qui s'accordent fort bien avec ceux que j'ai attribués à ces roches, dans l'ouvrage où je les ai décrites, et où j'ai cherché à exécuter le travail minéralogique que M. Poulett-Scrope demande qu'on fasse sur les roches.

fongiformes, lacrymiformes, ou lingotiformes, plus rarement en nappes.

Ces coulées sont quelquefois entières, tant dans les volcans actuels que dans les volcans éteints; mais elles sont aussi quelquefois interrompues par des vallées qui les coupent transversalement, et c'est dans ce cas que leur formation saturnienne ou antédiluvienne paroît évidente. C'est surtout en Auvergne, comme l'a observé Desmarest pour la première fois, que cette disposition instructive est la plus distincte.

On peut dire que les deux roches précédentes, et surtout la dernière, sont les roches principales et dominantes de la formation vulcanique. Celles qui nous restent à citer, tant parmi les roches de fusion que parmi celles d'agrégation, ne peuvent être considérées que comme des roches subordonnées, que comme des accidens des terrains vulcaniques laviques.

Telles sont parmi les premières:

La Stigmite à base d'obsidienne et l'Obsidienne elle-même, qui, quoiqu'en coulées quelquefois puissantes et étendues, sont loin d'atteindre le volume et l'importance des téphrines. Elles appartiennent aussi aux deux époques de volcans que nous avons reconnues; mais il s'en faut beaucoup qu'elles soient également répandues dans tous les volcans : il en est plusieurs, tant parmi les anciens que parmi les modernes, qui n'en ont point présenté du tout, ou qui n'en contiennent que de très-petites quantités (l'Auvergne, le Puy-en-Vélay, les volcans du Rhin, de la Bohême); d'autres, au contraire, en ont produit des coulées considérables (la Guadeloupe, le Mexique, la Nouvelle-Espagne, etc.).[1]

---

1 Il faut bien se garder de confondre les stigmites à base de résinite, les stigmites perlaires ou perlites, avec les stigmites à base d'obsidienne, et cette différence, que je n'avois pas assez sentie et appréciée lorsque j'ai établi cette espèce de roche, est si importante sous tous les rapports de nature, d'époque et de circonstances géologiques, qu'il devient absolument nécessaire pour la bonne détermination des roches, de séparer les stigmites en deux espèces: la première sous le nom de Stigmite pour celles qui sont à base de résinite, dans lesquelles

La Pumite et la Ponce, également répandues dans les terrains vulcaniques anciens et dans les modernes, et appartenant, comme on l'a vu, presque autant au groupe trachytique qu'au groupe lavique.

Elles ne paroissent pas former de coulées réelles, mais être comme l'écume de coulées ou de roches fondues d'origine felspathique, et se trouver répandues en bancs produits par le rassemblement et l'agglomération dans un même lieu, de masses spongieuses résultant de ce mode particulier d'altération. Il est généralement reconnu qu'elles tirent leur origine de roches felspathiques; les cristaux de felspath vitreux qui y sont disséminés et qui présentent déjà vers leur surface la texture des ponces, semblent indiquer cette origine aussi clairement qu'on puisse le désirer.

** *Roches d'agrégation.*

Ces roches sont, comme nous l'avons dit plus haut, et plus nombreuses et plus variées dans les terrains volcaniques laviques que dans les autres. Elles sont dues à deux modes de transport assez différens, et dont le dernier surtout est tout-à-fait particulier aux formations volcaniques : l'un est aqueux et le second aérien.

Dans le premier, les débris de roches et minéraux volcaniques de toutes sortes sont entraînés par des cours d'eau résultant ou de grandes inondations, soit marines, soit fluviatiles, ou de grands torrens d'eau. Ces torrens proviennent tantôt de l'intérieur même du sol, et sont vomis par les volcans, ce qui est un cas plus rare qu'on ne pense; tantôt ils résultent des pluies abondantes qui tombent sur le cône volcanique et qui sont dues aux météores atmosphériques qui s'y produisent sur une échelle immense et dans un temps assez court; tantôt, enfin, ils sont dus à la fonte des neiges réunies sur les sommités des volcans élevés.

La première sorte de torrent arrive ordinairement chargée de matières argileuses et limoneuses qu'elle a délayées dans

---

se trouveroit la stigmite perlaire; et la seconde sous le nom de Vitrite, qui renfermeroit les verres volcaniques à base d'obsidienne, caractérisés par les propriétés chimiques de cette pierre, et surtout par l'absence de l'eau, si abondante dans les stigmites.

le sein de la terre, et mêlées avec les débris volcaniques de la surface. Elle forme alors un terrain de sédiment ou de transport particulier, auquel on a donné le nom de moya.

Moya. Cette matière d'éruption est noir-brunâtre; elle offre une masse terreuse qui teint en noir lorsqu'on la touche; elle contient des fragmens de felspath et de ponce, et est combustible.

Analyse de Klaproth.

Gaz acide carbonique, 2¼ pouces cubes;
Gaz hydrogène, 14½ p. cubes;
Eau (saturée d'ammonium et d'une légère partie d'huile empyreumatique), 11 grains;
Charbon, 5½ grains;
Silice, 46½ grains;
Argile, 11½ grains;
Calcaire, 6½ grains;
Fer oxidé, 6½ grains;
Natron, 2½ grains.

Les autres sortes d'inondations, balayant la surface du sol, réunissent tous les petits ou grands débris qu'elles peuvent entraîner, et forment les puissans terrains de transport composés de parties plus ou moins grosses, qui constituent les roches d'agrégation qu'on désigne sous les noms de Pépérines (tufs, tufaïte, conglomérats), de Brèches volcaniques, de Breccioles volcaniques, suivant la nature et la grosseur des parties dominantes.

Il en est de ces roches d'agrégation par voie aqueuse des terrains volcaniques comme des roches de fusion de ces mêmes terrains. Les unes ont été déposées dans la période saturnienne et les autres sont de la période jovienne; ces dernières sont beaucoup moins nombreuses que les premières: considérées sous ce rapport, elles se reconnoissent, comme toutes les autres roches des terrains pyrogènes, par leur position et par leur association avec des corps qui appartiennent évidemment à l'une ou à l'autre période.

Parmi les pépérines de la période jovienne, l'une des plus remarquables par sa nature, sa structure pisolithique et sa

position évidente, est celle qui a recouvert et comme enterré la ville de Pompeïa, et qui me paroît due à une agrégation par transport aqueux, soit que le torrent ait été produit par une éruption aqueuse, soit qu'il ait eu pour cause une pluie abondante accompagnant une éjection pulvérulente non moins abondante. La manière dont la pépérine pisolithique a rempli toutes les cavités, dont elle s'est moulée sur tous les corps qu'elle a pu atteindre, le peu d'altération qu'elle leur a fait éprouver, me fait présumer que le terrain qui a englouti Pompeïa étoit principalement d'origine aqueuse; la structure pisolithique semble indiquer une agrégation en partie aérienne et en partie aqueuse, plutôt qu'un terrain de transport amené par un torrent.[1]

L'autre mode de transport, qui est, comme on vient de le dire, particulier aux formations volcaniques, a eu lieu par les airs : ce sont les matières terreuses pulvérulentes, si improprement nommées *cendres*, que projettent les volcans en quantité tellement immense et à une si grande hauteur qu'elles se répandent au loin et sur une grande étendue de pays. Suivant la grosseur des parties, elles forment les *rapillis*, composés de petits cailloux volcaniques, ordinairement incohérens; les POUZZOLANES, composées de parties plus ténues et assez ordinairement colorées en rougeâtre ou en brunâtre. Il n'y a pas de pays volcanique ancien et moderne qui ne présente des dépôts immenses en étendue et en épaisseur de ces deux sortes de roches; les cônes volcaniques en sont quelquefois formés, au moins en grande partie, et c'est à l'incohérence de ces parties si sèches, si arides, qu'est due la difficulté qu'on éprouve à marcher sur ces sols et à gravir ces montagnes. Les terrains vulcaniques ou anciens présentent cette disposition aussi bien, quoique moins fréquemment peut-être, que les terrains volcaniques modernes.

---

1 Cette opinion est celle de M. Lippi, qui l'a développée dans un petit écrit, publié à Naples en 1813, et dont les principaux argumens ont été reproduits et combattus dans le receuil intitulé *Auswahl*, etc., *Dresden* 1818, 1*ster B.*, p. 67. Ce que j'ai vu et recueilli sur les lieux me porte à adopter la partie de cette théorie qui fait intervenir l'eau dans les produits de cette éruption; mais pas entièrement avec les mêmes circonstances que celles qui sont admises par M. Lippi.

On doit encore compter parmi les roches d'agrégation du groupe lavique, les conglomérats particuliers de divers lieux.

La *terra maschia* de la Campanie, conglomérat limoneux et ponceux dont on a déjà parlé pag. 21.

La *tosca* de Ténériffe, qui est une brecciole ponceuse et calcarifère, étendue partout au-dessus de toutes les roches anciennes, et formant un sol fertile; elle est plus ancienne que les laves du Pic et plus nouvelle que celle des autres coulées volcaniques. (De Buch.)

*** *Minéraux du groupe lavique.*

Ce groupe renferme en général beaucoup moins d'espèces minérales que le groupe trappéen, quel que soit le mode d'introduction qu'on y considère. La partie jovienne de ce groupe en renferme encore moins que la saturnienne.

La distinction entre les laves de ces deux époques étant difficile à établir, il est aussi très-difficile de dire précisément quels sont les minéraux qui appartiennent en propre à chacune d'elles. Nous allons le tenter, avec la certitude que nous aurons commis des erreurs, que des géologues plus expérimentés que nous dans l'étude des terrains volcaniques sauront redresser, lorsqu'ils voudront porter leur attention sur ce genre très-intéressant de considération[1]. On doit rappeler que nous ne regardons comme appartenant à une période que les espèces minérales qui se sont formées dans les laves pendant leur fusion ou au moment de leur consolidation, et celles qui ont rempli ou tapissé leur cavité après leur consolidation. Nous ne pouvons y comprendre les espèces minérales cristallisées ou engagées dans les masses rejetées soit autrefois soit actuellement par les volcans; aussi verra-t-on que nous exclurons de l'époque jovienne tous ces minéraux si variés, que l'on trouve dans les masses de la *Fossa grande* au Vésuve, puisque ces masses n'ont pas été formées dans la lave même, mais qu'elles ont été rejetées probablement par le Vésuve saturnien, celui dont la crête demi-circulaire constitue la partie ancienne de cette montagne qu'on nomme la Somma.

---

1 M. Moricand, de Genève, a formé une collection de laves du Vésuve par ordre chronologique d'éruption, depuis celle de 1037, qui pourra fournir d'utiles renseignemens pour ce genre de recherches.

Période saturnienne ou antédiluvienne.

(Volcans éteints.)

1.° *Minéraux formés dans les laves lors de leur état de fusion.*

Felspath vitreux . . . (Etna).
Amphibole . . . . . . (Auvergne).
Pyroxène augite.
Péridot olivine . . . . (Auvergne).
Amphigène . . . . . . (Viterbe; Borghetto).
Haüyne . . . . (Lave d'Andernach; Mont-Vulture).
Fer oligiste . . . . . . (Puy-de-la-Vache en Auvergne).
Fer titané.
Titane sphène.
Pyrite . . . . (Dans la lave? de la Solfatare de Pouzzole[1]).

2.° *Minéraux formés par exudation, infiltration ou sublimation.*

Mica sublimé dans les fissures d'une téphrine.
Breislakite.
Quarz hyalite. . . . (Kayserstuhl).
Selmarin.
Arragonite.
Stilbite?
Soufre.
Sélénium.
Arsenic sulfuré.
Calcaire spathique . . . . . (Kayserstuhl).

3.° *Minéraux et roches étrangers, engagés dans les roches volcaniques.*

Zircon . . . . (Puy-en-Vélay; Somma).
Corindon . . . . (Puy-en-Vélay).
Cordiérite . . . . (Lac de Laach).
Quarz. . . . . (Radicofani).

---

1 On en cite dans quelques autres roches volcaniques, mais elles ont encore moins d'authenticité que celles-ci. C'est une question à examiner sous un point de vue spécial.

Spinelle pléonaste	. . . . .	Somma.
Idocrase	. . . .	
Amphibole	. . . .	
Grenats	. . . .	
Mica verdâtre	. . . .	
Néphéline	. . . .	
Sodalite	. . . .	
Mellilite	. . . .	(Capo di Bove).
Wollastonite	. . . .	Somma.
Gismondine	. . . .	
Dolomie	. . . .	
Granite	. . . .	(Puy-en-Vélay, etc.).

PÉRIODE JOVIENNE OU VOLCANS ACTUELS.

1.° *Minéraux formés dans les laves lors de leur état de fusion.*

Felspath vitreux . . . . . . (Ischia; Ténériffe).
Amphibole . . . . (Vésuve).
Pyroxène augite . . . . . . (Etna; Vésuve, etc.).
Péridot olivine . . . . (Lancerote? Etna, lave de 1792; Vésuve, laves de 1794 et de 1818; Bourbon.)
Amphigène . . . . (Rocca Monfina et Vésuve de 1037, 1767, 1820, etc.).
Fer oligiste . . . . (Vésuve, lave de 1794).

2.° *Minéraux formés par exudation, infiltration ou sublimation.*

Breislakite.
? Stilbite . . . . (Laves du Vésuve de 1037 et 1794, suivant M. Breislak; M. de Buch en doute).
Selmarin.
Selammoniac.
Acide borique.
Silex concrétionné . . (Lancerote).
Soufre, assez rare . . . (quelques laves du Vésuve et de Bourbon).

Sélénium.
Arsenic sulfuré . . . . (Solfatare de Pouzzole).
Cuivre muriaté.
? Pyrites . . . . (Solfatare de Pouzzole, Breislak).

3.° *Minéraux et roches étrangers, engagés dans les roches volcaniques.*

Mica . . . . (il est ordinairement rougeâtre et engagé dans la lave. Vésuve ; Ischia).
Calcaire.
Granite, syénite, micaschiste, etc. . . (à la Caldera de l'île de Palma, de Buch).
Silex. . . . . (Torre del Greco).

M. de Buch présume que le péridot olivine cité plus haut, dans les laves de Lancerote de 1730 à 1736, a préexisté à la roche, et qu'il vient des basaltes.

La distinction que j'ai cherché à établir entre les produits volcaniques de toutes sortes, tant roches que minéraux, des temps anciens et des temps actuels, est très-difficile à obtenir. Il ne manque pas dans les livres et dans les collections d'exemples de roches et de minéraux volcaniques, mais ils sont presque toujours confondus sous ce titre général, et je ne sache pas que, jusqu'à présent, on ait fourni les moyens de distinguer ces produits avec exactitude d'après les deux grandes considérations sous lesquelles j'ai cherché à les envisager, savoir : les époques et le mode de formation. Voilà pourquoi j'ai donné, dans le tableau précédent, si peu d'exemples de lieux et pourquoi je les ai donnés souvent avec hésitation. On dit bien, par exemple, qu'il y a des pyrites dans certaines laves : tous les auteurs le répètent, et tous citent, d'après Breislak, les laves de la solfatare de Pouzzole. Mais non-seulement on ne dit ni dans quelles laves ni comment se trouvent ou se forment ces pyrites ; si elles appartiennent à des trachytes ou à des téphrines ; si, étant dans ces dernières, elles ont été formées au moment de leur consolidation, ou si elles y ont été sublimées anciennement ou actuellement : Breislak lui-même nous laisse dans quelque in-

certitude à cet égard ; car on voit par la description de ces laves, par le felspath vitreux et altéré qu'elles renferment, que ce sont plutôt des trachytes que des téphrines. Or, la présence des pyrites dans les trachytes est un fait commun et qui n'a rien de remarquable ; et quoique Breislak prétende qu'elles se subliment dans les fissures d'une brèche lavique, et qu'il croie avoir prouvé cette sublimation en la faisant naître artificiellement sur un cylindre de bois, on voit par sa description même, qu'à la difficulté de concevoir une telle sublimation de pyrite, se joint celle d'être persuadé que l'enduit doré qu'il a vu sur son morceau de bois et qui bientôt se transforma en une efflorescence de sulfate de fer, étoit réellement pyriteux[1]. C'est certainement un fait très-remarquable, mais unique, observé dans un temps où la chimie n'avoit pas la précision qu'elle a acquise, et qui n'est pas assez approfondi pour qu'on puisse en tirer encore aucune conséquence certaine.

ARTICLE III.

DES VOLCANS ET DES PHÉNOMÈNES VOLCANIQUES.

M. de Buch ne veut appeler *volcan* que les montagnes coniques dont la roche fondamentale est trachytique, qui portent ordinairement un cratère vers leur sommet et qui, par le canal de ce cratère ou par les nombreuses fissures ouvertes dans la roche trachytique, sont en communication constante avec le foyer et donnent perpétuellement issue aux gaz et aux vapeurs qui s'en dégagent.

Il ne considère que comme de simples bouches ou cratères d'éruption, les buttes ou montagnes coniques composées de laves poreuses, d'où sont sorties, à plusieurs reprises, des coulées de laves.

Pour nous, prenant ce nom dans l'acception plus vulgaire :

Un Volcan est une montagne ou un sol quelconque superficiel ou sous-marin, qui émet, avec mouvement, bruit, chaleur et vapeurs, des matières altérées par le feu, quelquefois jusqu'à l'incandescence et à la fusion.

---

1 Voyage dans la Campanie, par Sc. Breislak, tom. 2, pag. 93 — 108.

On appelle ce phénomène *paroxisme* ou *éruption volcanique*, suivant le résultat dont il est suivi.

On range parmi les phénomènes volcaniques tous les mouvemens, changemens de forme et de nature, émanations gazeuses, rejets de matières solides, écoulemens de matières liquides, aqueuses ou fondues, et enfin tous les phénomènes physiques et même météorologiques qui précèdent, accompagnent ou suivent ces paroxismes et éruptions.

Nous supposerons, pour les décrire, une éruption des plus complètes en phénomènes de ce genre, et nous les suivrons depuis les premiers indices jusqu'aux derniers vestiges du paroxisme.

Ces phénomènes peuvent se classer sous huit titres subdivisés eux-mêmes en considérations particulières :

1. *Mouvemens souterrains;*
   Bruits et tremblemens de terre.
2. *Changemens dans la forme du sol;*
   Soulèvemens et élévations de masse sur terre et sur mer;
   Affaissemens, gouffres et engloutissemens;
   Fentes.
3. *Changemens et phénomènes dans les eaux courantes, dans les sources, dans les rivières et dans les eaux de la mer.*
4. *Éruptions diverses :*
   De laves; — lieux de sortie;
   De liquides aqueux ou vaseux ;
   De bitumes.
5. *Éjections diverses de pierres, de rochers, de matières pulvérulentes.*
6. *Dégagemens divers de vapeurs;*
   De vapeurs aqueuses ;
   De gaz;
   Sublimation de matières solidifiables.
7. *Phénomènes météorologiques.*
8. *Extinction des volcans et altérations de leurs roches.*

C'est sous ces titres que nous allons examiner les principaux phénomènes volcaniques et leurs diverses modifications.[1]

---

1 La plus grande partie de cet article est extraite ou même traduite littéralement de la première partie de l'ouvrage classique de M. Un-

1. Mouvemens et bruits souterrains.

Ces deux phénomènes sont nécessairement liés et par conséquent dus à la même cause. Il est difficile de concevoir que l'un ne soit pas accompagné de quelques symptômes de l'autre, et la prédominance du symptôme qui manifeste de grands phénomènes souterrains est la seule circonstance qui puisse faire distinguer les bruits souterrains des tremblemens de terre.

Bruit souterrain.

Ce bruit, semblable à celui du canon et souvent au fracas de voitures roulant sur le pavé, est ordinairement l'avant-coureur du tremblement de terre et de l'éruption volcanique : ainsi celle du Vésuve, en 1794, s'annonça par des commotions violentes, trois jours d'avance. Le tremblement de terre qui dévasta une partie de Lisbonne, en 1755, fait ici exception ; il se manifesta tout à coup et sans bruit. Dans quelques pays, comme dans la province de Guanaxuato au Mexique, ce bruit souterrain se fait souvent entendre sans être suivi d'aucun tremblement de terre. Les anciens ont aussi observé de semblables phénomènes. Ces tonnerres inférieurs se font entendre avant, pendant et après les tremblemens. Un avant-coureur des plus terribles événemens de ce genre fut le bruit souterrain qui se fit entendre lors des tremblemens de terre qui dévastèrent Lima en 1746, et Messine en 1783. Des coups violens accompagnoient le tremblement de Caraccas, et long-temps après qu'il eut cessé, on entendit le bruit souterrain à Quito et à Caraccas. Souvent ce bruit se propage jusqu'aux pays les plus éloignés. M. de Humboldt rapporte qu'un bruit souterrain, qui eut lieu, en 1811, au Rio-Apuré, se fit entendre sur un espace de 200 milles carrés.

Tremblemens de terre.

Il y a deux sortes de tremblemens de terre volcaniques. Les uns ne concernent qu'un seul endroit; les autres sont plus

gern-Sternberg, intitulé : *Werden und Seyn des vulkanischen Gebirges*, publié à Carlsruhe en 1825; cependant on y a fait quelques changemens, quelques additions; la plupart ne sont pas assez importans pour être désignés. Ceux qu'on a cru devoir signaler sont marqués de guillemets au commencement et à la fin.

ou moins étendus. Les premiers, restreints à un petit espace, ont lieu le plus souvent autour des volcans; les autres se communiquent à une grande étendue de terrain.

Le tremblement de terre de 1783, dans la Calabre, fut limité à une surface longue tout au plus de 20 lieues et large de 15, et eut lieu dans une région qui, suivant les observations de Spallanzani, ne renferme point de montagnes volcaniques. L'Etna, éloigné de 18 lieues de Messine, ne parut point prendre part à cette commotion. Le tremblement qui, en Juillet 1794, dévasta beaucoup de villes du Pérou, s'étendoit sur une surface de 170 lieues carrées. Celui qui, le 12 Mars 1812, détruisit Caraccas, fut senti à une distance de 180 lieues. Les commotions qui, en 1755, dévastèrent une partie de Lisbonne, étoient encore plus étendues.

Les secousses ont ordinairement une direction déterminée. Rarement elles en changent pour en prendre une opposée. Au tremblement de terre de Caraccas, des secousses, dirigées du nord au sud, alternoient avec d'autres, qui se dirigeoient de l'ouest à l'est. Parmi les tremblemens de terre, ceux qu'on nomme *ondulatoires* sont les plus dangereux.

La durée des secousses varie. Quelques-unes sont à peine remarquées; d'autres durent plusieurs secondes: la première secousse de Cumana dura six secondes; la seconde, douze.

Dans quelques contrées, les tremblemens se répètent pendant des mois et des années; dans d'autres, les répétitions sont très-rares. Ainsi des tremblemens fréquens furent observés, depuis le 16 Décembre 1811 jusqu'en 1813, dans la vallée du Mississipi. On a fait la même observation dans les vallées de l'Arkansaw et de l'Ohio. Les tremblemens suivis par l'élévation du Monte-Nuovo près Naples, durèrent presque deux ans. L'île de Saint-Vincent fut inquiétée par des tremblemens de terre depuis le commencement de Mai 1811 jusqu'en Mai 1812.

Lorsqu'une grande superficie est ébranlée, on trouve quelquefois des points isolés qui ne s'en ressentent point. Dans le tremblement qui détruisit Caraccas, la côte de la Nouvelle-Barcelonne, celles du Paria et de Cumana, furent épargnées.

Lors du tremblement de terre de Lisbonne, tous les bâti-

mens de la plaine s'écroulèrent, ceux qui étoient sur la pente escarpée des montagnes restèrent intacts. (Link.)

A Cora on ne sentit aucune secousse, et cependant cette ville est située sur la même côte et au milieu d'autres villes en partie ruinées par la catastrophe. Dans la commotion qui, en Septembre 1773, arriva dans la vallée d'Aspe dans les Pyrénées, le château, situé sur une roche calcaire, fut peu ébranlé, mais les maisons placées sur le granite le furent violemment. « Cette circonstance est fort remarquable et concourt, avec beaucoup d'autres observations, pour faire présumer que les foyers volcaniques sont situés immédiatement au-dessous du granite, qui, en raison de sa densité, devient un bon conducteur du mouvement. »

Ordinairement les tremblemens de terre finissent par une éruption. Celui qui, en 1746, dévasta Lima, cessa lorsque, dans les environs, cinq volcans entrèrent en activité. On fit la même observation lors de la formation du Monte-Nuovo et du Jorullo. Il faut en excepter les phénomènes qui accompagnèrent les éruptions de Lancerote, une des Canaries, en 1730; car, après que l'éruption eut cessé, le tremblement de terre continua encore pendant des années.

« Le célèbre tremblement de terre du Chili en 1822 et 1823, détruisit presque entièrement, dès le premier choc, les villes de Valparaiso, Melipilla, Quillota et Casa-Blanca. Il eut lieu le 19 Novembre 1822, dans la soirée, et dura trois minutes. Pendant toute la nuit les chocs se succédèrent de deux à trois minutes de distance, et chaque choc étoit d'une demi-minute à une minute. Le 20, il y eut trois secousses violentes et des chocs dans les intervalles; et le 21, plusieurs chocs violens avec le même temps que la veille. Le 22 au matin, chocs très-violens et des explosions comme celles de décharges d'artillerie: le reste du jour fut plus calme; il faisoit un brouillard épais et une pluie fine et froide. Du 23 au 26, des chocs plus ou moins violens furent suivis ce dernier jour d'un violent coup de vent du nord, accompagné de pluie, ce qui fut considéré comme très-extraordinaire dans cette saison. Depuis cette époque jusqu'au mois de Septembre 1823, les secousses continuèrent journellement, et furent particulièrement violentes en Décembre et Juillet.

« La sensation éprouvée durant les chocs les plus violens étoit celle d'un soulèvement soudain de la terre dans une direction du nord au sud, après lequel elle sembloit retomber : de temps à autre, un mouvement transversal se faisoit aussi sentir. Le 19 Novembre, premier jour du phénomène, le tremblement fut général et accompagné d'un bruit semblable à celui de l'éruption d'un volcan ; il sembloit aux personnes qui étoient à bord des vaisseaux dans le port de Valparaiso, que ces vaisseaux eussent un mouvement rapide à travers l'eau, et par moment touchassent le fond.

« Au premier choc du tremblement de terre, la mer s'éleva dans le port de Valparaiso à une grande hauteur, puis retomba de manière à laisser à sec sur la plage les vaisseaux qui auparavant étoient à flot ; elle revint ensuite de nouveau, mais elle ne parut pas, par son rapport avec le rivage, être revenue à son premier niveau. Tout cela se passa dans l'espace d'un quart d'heure. Dans la matinée du 20 Novembre, les rivières et les lacs se gonflèrent considérablement par la fonte des neiges des montagnes. Dans toutes les petites vallées le terrain se fendit par endroits, et beaucoup d'eau et de sable furent soulevés à travers ces fissures vers la surface. Dans la vallée alluviale de Vino à la Mar, la plaine entière fut couverte de cônes de terre d'environ quatre pieds de haut, causés par l'eau et le sable qui avoient été soulevés par les creux en entonnoirs qui étoient au-dessous : la surface entière ne formoit plus qu'un sable mouvant. Au pied de tous les arbres, entre le tronc et la terre environnante, on voyoit de larges cavités occasionées par le mouvement violent qui avoit ébranlé les arbres. Le lit du lac de Quintero montroit de grandes crevasses, et le sol alluvial de ses bords étoit si haché, qu'il ressembloit à une éponge. Le niveau du lac qui communique à la mer, paroissoit s'être affaissé.

« Après le tremblement de terre, le roc du promontoire de Quintero se trouva déchiré par des fissures récentes, très-distinctes des anciennes, mais formées dans la même direction. Le niveau de la côte entière du nord au sud, à la distance d'environ cent milles, parut s'être élevé. Cette élévation étoit à Valparaiso d'environ trois pieds, et d'environ quatre à Quintero. Il est probable que ces côtes ont déjà été

élevées précédemment par des tremblemens de terre. Le dernier de quelque importance a eu lieu il y a quatre-vingt-treize ans.

« La commotion de ce tremblement de terre s'est ressentie au nord jusqu'à Lima ; au sud, au moins jusqu'à la Conception ; à l'est, au-delà des Andes, à Mendoza et Saint-Juan. La distance de Lima à la Conception est d'environ vingt degrés de latitude. (Lettre de Mad. Maria Graham à H. Warburton, Soc. géol., 2.e Ser., t. 1. p. 413.) »

Les secousses senties sur la terre se transmettent à la mer.

Suivant Cotte, le 2 Octobre 1780 la ville de Soranno, dans la Jamaïque, fut détruite pendant un tremblement de terre par les vagues de l'Océan. Au tremblement de Lisbonne, l'eau de la mer dans le port s'éleva à une hauteur beaucoup plus considérable que pendant les plus violentes tempêtes. A Cadix, les vagues, s'élevant à une hauteur de quatre-vingts pieds, franchirent le mole qui joint la ville au continent, et plusieurs habitans qui y avoient cherché leur salut, trouvèrent la mort dans les flots.

« On a cru remarquer des rapports entre les tremblemens de terre, les saisons, les grandes pluies. Shaw l'a avancé pour les tremblemens de terre d'Alger ; Hans Sloane pour ceux de la Jamaïque, et Link pour ceux de Lisbonne. Ce dernier dit qu'on croit avoir observé qu'ils sont plus fréquens en hiver et après les pluies qui suivent une grande sécheresse, que dans tout autre moment.

« Des interruptions dans les émanations volcaniques les ont quelquefois précédés. Ce rapport paroît beaucoup plus réel que les précédens ; et M. de Humboldt pense que l'action des vapeurs élastiques qui tendent à se frayer une issue, est la cause principale et la plus générale de ce phénomène. »

« On a attribué aux tremblemens de terre une origine tout-à-fait étrangère au phénomène qui nous occupe, et qui paroît en être la cause la plus ordinaire. On a pensé que certains tremblemens de terre pourroient résulter des craquemens ou fissures que doit éprouver la croûte du globe, à mesure qu'en se refroidissant elle diminue de volume. Cette diminution doit tendre à faire naître des fissures peu larges, mais d'une

grande longueur, et des expériences sur la retraite qu'éprouvent les corps en refroidissant, apprennent que les principales fissures doivent avoir lieu dans la direction du méridien, et c'est en effet à peu près dans ce sens que s'étendent les tremblemens de terre considérables. »

2. Changemens dans la forme du sol.

« Nous comprenons sous ce titre tous les changemens que l'action volcanique fait éprouver à la surface du sol. Ils nous paroissent nombreux, extraordinaires, considérables même, et cependant ce sont des phènomènes de la plus petite dimension en comparaison de ceux qui ont très-probablement soulevé nos moindres chaînes ou groupes de montagnes à couches inclinées ou brisées ; mais ils suffisent pour nous donner une idée de ce que peut être et peut faire ce genre de force, et d'où a pu venir celui qui, dans les premiers âges du monde, a produit des effets proportionnels à la vigueur des forces physiques et naturelles de cette époque.

« Ceux de ces changemens qui sont pour nous les plus remarquables et les plus instructifs, appartiennent à la série de phénomènes d'où résultent des élévations de sol sur la terre et des récifs ou îles nouvelles dans la mer. Nous présentons d'après la source où nous avons dit que nous puisions la plupart de nos exemples, ceux que nous avons à rapporter pour faire connoître les diverses particularités de cette classe de phénomène. »

Élévation de la surface de la terre.

Pendant un tremblement de terre arrivé le 24 Mai 1750 dans les Pyrénées, un rocher entouré de terre et peu élevé fut lancé à plusieurs pas, et l'espace en fut comblé par le sol, qui s'éleva à sa place.

Un des phénomènes de ce genre, le plus remarquable par son étendue et la grande échelle sous laquelle il s'est manifesté à une époque très-récente, est celui du Malpais du volcan de Jorullo.

Dans la province de Valladolid (Nouvelle-Espagne), le 29 Septembre 1759, une plaine de quatre lieues carrées fut élevée en forme de vessie par des forces volcaniques. La convexité

du sol est en quelques endroits de 156 mètres; dans d'autres de 180 mètres.[1]

Des élévations semblables furent produites en 1796 et 1797, dans l'Amérique méridionale, par des tremblemens de terre. L'élasticité des gaz paroît avoir formé d'une manière analogue des cavernes dans le trachyte.

Des auteurs anciens et modernes affirment que pendant de violens tremblemens de terre des masses de rochers ont été élevées hors des crevasses de la terre.

Pendant le tremblement de terre arrivé dans la Campanie en 1538, et qui, le 29 Septembre, produisit le Monte-Nuovo, du rapillo et des masses énormes de rochers furent lancées d'une crevasse de la terre.

Suivant les rapports qu'on trouve dans les Missions du Levant, en Juillet 1707 soixante rochers s'élevèrent de la mer, dans le voisinage de Santorin, au milieu d'éruptions volcaniques.

M. de Humboldt rapporte que, pendant les éruptions volcaniques à Lancerote, le 1.er Septembre 1730, près de Chimanfaya, des rochers pyramidaux s'élevèrent de la mer, augmentèrent en grandeur, et bientôt s'unirent à l'île.

Isles nouvelles dans la mer.

Les auteurs de l'antiquité parlent souvent d'îles qui furent élevées du sein des mers de la Grèce. Pline dit : « la terre nouvelle se forme aussi d'une autre manière; elle s'élève quelquefois subitement de la mer : ainsi l'Océan rend à la terre ce qu'en d'autres lieux son abîme a englouti avidement. Délos et Rhodes, deux îles depuis long-temps célèbres, se sont, dit-on, ainsi formées, et après elles encore quelques-unes plus petites, Anaphé, derrière Mélon et Néa, entre Lemnos et l'Hellespont. Ainsi se forma aussi Halone, entre Lébédus et Téon; de même Théra et Thérasie, deux des Cyclades, l'an 4 de la 135.e olympiade; 130 ans plus tard, Hiéra et Automate, encore deux Cyclades, s'élevèrent entre les pré-

1 Voyez l'article Indépendance des formations, tom. XXIII, p. 362, du Dict. des sc. nat., la description très-complète et très-pittoresque du nouveau volcan de Jorullo et du Malpais au Mexique, par M. de Humboldt.

cédentes, à douze stades de là. Cent dix années plus tard, sous le consulat de M. J. Silanus et L. Balbus, le huitième jour avant les ides de Juillet, l'île de Chio apparut. Avant notre ère, une île s'éleva de la mer à côté de l'Italie, entre les îles Ioniennes et une autre grande île de 1500 pas près de Crête. »

Soulèvement de sol.

Strabon dit expressément que Hiéra s'éleva au milieu des flammes. Plutarque et Justin rapportent que son élévation fut précédée d'un bouillonnement avec des flammes et d'ondulations violentes de la mer.

De tels phénomènes se sont renouvelés depuis dans ces mers à différentes époques. Il paroît qu'en 726 l'île de Hiéra reçut une nouvel accroissement, et qu'en 1457 (ou 1575), encore dans le golfe de Théra, et pendant des éruptions volcaniques, un petite île nouvelle se forma dans le même endroit où, sous le consulat de Silanus, Thia avoit paru, mais avoit disparu plus tard. Enfin, au commencement du siècle dernier (en 1707), encore une île nouvelle s'est formée au milieu de celles qui existoient déjà.

Parmi les formations d'îles nouvelles, une des plus célèbres, des mieux constatées par les descriptions contemporaines qui nous ont été transmises, est celle des petites îles du golfe de Santorin : c'est pour ce motif que nous rapportons ce phénomène avec plus de détails que les autres, quoique le récit en ait été inséré dans un grand nombre d'ouvrages.

Le 23 Mai 1707, au lever du soleil, on vit dans la mer, à une lieue de la côte de Santorin, un rocher flottant. Des matelots, le prenant pour un vaisseau qui se seroit brisé, s'en approchèrent : ayant vu ce que c'étoit, ils y montèrent, et en rapportèrent de la pierre ponce et quelques huîtres qui y avoient été attachées. Le rocher n'étoit qu'une grande masse de pierre ponce, que le tremblement de terre, arrivé deux jours auparavant, avoit détaché du fond de la mer. Quelques jours après le rocher, s'étant fixé, forma une petite île, dont la grandeur augmenta chaque jour. Le 14 Juin il avoit 800 mètres de circuit et 7 à 8 de hauteur; il étoit rond et formé d'une masse blanche et légère (pierre ponce et pé-

périne). A cette époque la mer commençoit à s'agiter, et la chaleur dans l'île en empêchoit l'approche.

Pendant près d'un an des rochers s'élevèrent du fond de la mer et s'agrégèrent. Celle-ci fut presque toujours agitée et comme bouillonnante; des fumées, des flammes même en sortirent fréquemment, et les terres, élevées au-dessus de sa surface, chaudes jusqu'à l'incandescence, n'étoient pas abordables. Cependant le 15 Juillet 1708, par conséquent quatorze mois après le premier paroxisme, le père Gorré, ayant débarqué sur la grande Camène (Hiéra), put examiner sans danger l'île nouvelle : elle étoit haute d'environ 70 mètres; elle en avoit plus de 300 dans sa plus grande largeur et environ 1600 de circuit; lorsqu'on aborda à Santorin, les marins remarquèrent que la grande chaleur avoit fondu presque toute la poix de leurs barques.

M. de Choiseul, qui visita cette île en 1776, dit que, pendant dix ans après sa formation, le volcan nouvellement formé a eu plusieurs éruptions, mais qu'il est maintenant tout-à-fait dans l'inaction. « L'eau, dit-il, n'est plus chaude « en aucune place : on n'y remarque pas même de dégage- « mens de vapeurs; seulement dans quelques endroits on voit « une grande quantité de bitume et de soufre qui surnagent. »

L'île de Santorin, dont la superficie est à peu près de huit lieues carrées, présente un vaste golfe demi-circulaire ayant quatre lieues de diamètre, et dont le fond n'a encore pu être atteint par aucune sonde; le cercle complet passeroit par l'île de Thérasie (aujourd'hui Aspronysi), qui en suit la courbure : au milieu se trouvent trois petites îles qu'on appelle Camènes, c'est-à-dire brûlées. Les roches qui bordent le golfe sont noires, vitreuses et de la nature de l'obsidienne : elles s'élèvent de plus de 200 mètres au-dessus de la surface de l'eau; le reste de l'île est de la pierre calcaire. Il paroît donc que le golfe n'est qu'un ancien cratère énorme, dont une partie s'est écroulée dans la mer, que Thérasie est un reste de ses bords, que le volcan auquel il appartient brûle encore au fond de la mer, et que par ses grandes éruptions il a produit au milieu les trois petites îles.

L'archipel des îles Açores a souvent présenté les mêmes phénomènes.

En 1638, une île peu éloignée de Saint-Michel parut et disparut.

En 1719, pendant un violent tremblement de terre, il se forma encore une île nouvelle entre Tercère et Saint-Michel : elle jeta beaucoup de fumée et on trouva le fond de la mer très-chaud dans le voisinage. En 1812 cette île parut pour la troisième fois : le capitaine Tillard la visita et en donna une description détaillée. Ce volcan étoit devenu une île nouvelle, dont le milieu s'élevoit de plus de 120 mètres environ au-dessus de la mer.

Il y a quelques années, une nouvelle île s'est formée sur les côtes de Kamtschatka. Le 10 Mai 1814, par un temps calme et serein, on entendit tout à coup dans la mer un bruit considérable, et l'on vit, à environ 400 mètres du rivage, au milieu d'explosions dont le fracas ressembloit à celui des canons, s'élever des flammes et des nuages épais de vapeurs. Des masses prodigieuses de terre et de grandes masses de pierres furent lancées en l'air : cet état dura jusqu'au soir; alors on vit paroître un îlot qui jetoit du bitume par plusieurs ouvertures. Dix jours après on tâcha d'y pénétrer; d'abord on trouva quelques difficultés à cause du bitume durci qui entouroit l'îlot. Le sol s'élevoit à environ trois mètres au-dessus de la mer et étoit tout couvert d'une masse blanchâtre et pierreuse.

Le nombre d'îles ainsi élevées dans différens parages est fort grand.

Ces exemples, pris de lieux très-éloignés, suffisent pour donner une idée de la marche générale du phénomène. Les exemples d'ouvertures de gouffre et d'engloutissemens de terrains, de villes, d'édifices, de montagnes même, sont encore plus fréquens. Nous nous contentons d'indiquer les suivans :

Suivant Kircher, la ville d'Euphémie fut engloutie en 1638 pendant un tremblement de terre violent.

En 1678, pendant un tremblement de terre, une ville près du port de Pisco, au Pérou, fut engloutie.

Suivant Spallanzani, le Mole, près de Messine, fut englouti pendant le tremblement de terre de 1783.

Lorsque Caraccas fut ruinée par un tremblement de terre,

la caserne près du castel de San-Carlo disparut presque entièrement. Un régiment, qui étoit sous les armes, fut englouti sous les décombres, à peu d'hommes près, qui se sauvèrent.

Pendant le tremblement de terre arrivé en 1692 à la Jamaïque, la plus haute montagne de l'île s'écroula et fut remplacée par un lac.

L'île volcanique de Sorca n'existe plus; et il y a peu d'années que, par l'effet d'une violente éruption d'un volcan de l'île de Java, un espace d'environ 15 milles de long sur 6 de large, et sur lequel étoient bâtis quarante villages, a été englouti.

Fentes et crevasses dans la superficie de la terre.

Pendant presque toutes les commotions violentes de la terre, il se forme à sa surface des fentes et des crevasses, par où les forces volcaniques manifestent leur activité. Ces déchirures sont semblables à celles que l'on observe dans les volcans, et donnent naissance, comme on le dira dans la suite, aux montagnes ignivomes et aux cratères d'éruption. Ulloa remarque que, pendant le tremblement de terre de 1746, qui ruina Lima, il se forma dans le terrain une crevasse large de cinq pieds et longue d'une lieue. Pendant le tremblement qui ruina Messine, le 5 Février 1783, la terre se fendit depuis l'entrée du détroit jusqu'à Messine; des fentes semblables dans les terrains furent remarquées pendant les tremblemens de terre de Lisbonne, de Cumana, de Caraccas, et en d'autres endroits.

3. Changemens et phénomènes dans les eaux courantes, dans les sources et dans les eaux de la mer.

L'influence des tremblemens de terre et de l'action volcanique sur les eaux de source a été remarquée depuis longtemps. Pline rapporte que Phérécide, le Syrien, maître de Pythagore, prédit un tremblement de terre, dans un lieu, sur l'inspection des eaux d'un certain puits de Samos.

Pendant celui qui arriva dans les Pyrénées, en 1678, il apparut des sources d'eaux acidules.

Lors de celui qui, le 13 Janvier 1824, agita la Bohème, des sources taries depuis des années devinrent abondantes en eau, et des puits desséchés en reçurent une grande abondance.

Le Strok d'Islande, qui, comme le Geyser, jette périodiquement des colonnes d'eau, apparut, suivant le rapport d'Olafsen, pendant un violent tremblement de terre, en 1784.

Suivant Barrow, en 1206, toutes les sources de l'île de Java furent troublées pendant un tremblement de terre. On observa le même phénomène dans la Suisse, en 1755, pendant celui de Lisbonne.

En 1563, par un violent tremblement, dans la Sicile, toutes les sources furent salées. Pendant le tremblement de terre, de Lisbonne, la température des sources chaudes de Chaudefontaine, près de Liége, fut considérablement élevée. Dans les mines de plomb du Missouri, suivant Schoolkraft, une source, pendant un tremblement de terre, en 1812, devint tout à coup chaude et trouble, et tarit quelques jours après.

Lors du tremblement de terre arrivé, le 21 Juin 1660, dans les Pyrénées, les eaux de Bagnères devinrent, suivant Palassou, tout à coup si froides, que ceux qui en faisoient usage les quittèrent.

Pendant celui de Caraccas, l'eau du lac Maracaïbo diminua sensiblement.

Lorsque Raguse, en 1667, fut ruiné par des tremblemens de terre, toutes ses sources tarirent.

4. Éruptions de diverses matières par les ouvertures des terrains volcaniques.

Nous avons dit qu'on donnoit le nom de *cratère* à une espèce d'ouverture caractérisée par sa forme et par sa position; mais, ainsi qu'on l'a vu à l'article de la division des terrains volcaniques, on a entendu la signification de ce nom en le donnant à toutes les sortes d'ouvertures par où sortent les matières diverses, et notamment les laves, dont les phénomènes précédens semblent avoir annoncé l'éruption.

Parmi les volcans qui sont pourvus d'un vrai cratère, les uns ont un cratère permanent; d'autres n'en ont, pour ainsi dire, que momentanément. Dans quelques-uns, le cratère est

sur la cime; dans d'autres il est latéral; ou bien ils en ont un sur la cime et un autre latéral, ou enfin deux sur la cime, etc.: d'autres encore, dont les éruptions sont connues, ne présentent aucune trace de vrai cratère. Stromboli a sur la cime un seul cratère continuellement en action; le Vésuve et l'Etna ont sur la cime un cratère qui se montre actif en même temps que les éruptions latérales; le pic de Ténériffe a sur sa cime un cratère éteint, et rentre ainsi dans la classe des volcans dont le cratère est comme transitoire : sa dernière éruption étoit latérale. Le mont Coléma, au Mexique, a sur la cime deux cratères qui vomissent en même temps de la fumée et des laves. L'Antisana, dont les éruptions sont connues, n'a point de cratère sur la cime; l'Yana-Urcu, dont les éruptions sont également connues, ne présente aucune trace de cratère. Sur la cime du Keffer, situé dans l'intendance de Véracruz, on ne voit point de trace de cratère; mais les coulées de laves qu'on remarque entre le petit village de las Vigas et Hoya, paroissent être les effets d'une éruption très-ancienne. Sur l'Époméo, nommé aujourd'hui Tripéta, on ne remarque pas non plus de traces de cratère: l'éruption qui, en 1302, dévasta une partie de l'île, eut lieu au pied de la montagne.

Souvent, sur le penchant des collines qui ont des éruptions latérales, il se forme des cratères d'éruption, ce qui produit des collines d'une hauteur considérable. Ainsi se formèrent sur l'Etna le Monte-Negro, en 1536, et le Monte-Rosso, en 1669. Suivant Breislak, en 1794, quatre cratères d'éruption s'élevèrent sur le Vésuve. Il se forme aussi des ouvertures d'éruption, comme au pic de Ténériffe, à l'Époméo, au Vésuve et à d'autres volcans. Ou bien des cratères profonds se forment et surpassent en grandeur l'ouverture de la cime, comme la Chahorra à Ténériffe, qui est cinq fois plus grande que le cratère de la cime du pic.

Plus ces ouvertures d'éruption s'éloignent du sommet de la montagne, plus la lave jaillit près du pied, et plus la rapidité sera grande (?), de même que la surface sur laquelle elle se répand.

La coulée de lave qui, en 1794, détruisit Torre del Greco, fut une des plus grandes qu'on eût jamais aperçue au Vé-

suve, et le cratère d'éruption d'où elle sortoit, se trouvoit dans la profondeur.

Ces fentes ne se forment jamais dans une autre direction que celle qui suit exactement la pente du cône, depuis le sommet jusqu'au pied. Jamais on n'a vu d'ouvertures dans une direction parallèle au diamètre ou à la circonférence de la montagne; on a vu, au contraire, des ouvertures ou fentes longitudinales si considérables, qu'elles avoient comme divisé certains volcans en deux parties distinctes, même en deux volcans, ainsi que cela a eu lieu au volcan de Machian, dans l'une des Moluques, en 1646. Ces fissures se bouchent bientôt par la consolidation de la lave à laquelle elles donnent passage, et c'est ainsi que se produisent ces grands filons en forme de mur qu'on nomme *dykes;* tels sont ceux qu'on observe en si grand nombre à la Somma, et qui la parcourent dans tous les sens. (Poulett-Scrope.)

Les matières liquides que les éruptions rejettent par ces diverses sortes d'ouvertures, sont des laves, des eaux pures ou vaseuses, des bitumes.

Les laves sont les matières que fournissent le plus grand nombre des volcans.

Outre les phénomènes généraux qui précèdent et annoncent les éruptions de ces matières, il en est quelques-uns de spéciaux. Ainsi l'élévation du sol dans l'intérieur d'un cratère peut être donnée pour une marque certaine d'une prochaine éruption, comme M. de Buch l'a observé dans le Vésuve. Nous avons décrit, à l'article Laves du Dict. des sc. nat., la manière dont elles sortent, leur genre de liquidité, leur mode d'écoulement et tous les phénomènes secondaires qui accompagnent ce phénomène principal.

Le mot de Lave, comme on l'a déjà dit à cet article, ne désigne pas une roche particulière, mais une manière d'être commune à plusieurs roches fondues par l'action volcanique. C'est maintenant l'idée juste que s'en font plusieurs géologues, MM. Cordier, Ungern-Sternberg, Poulett-Scrope, etc.

Nous avons traité ailleurs (au mot Lave) la question si débattue de la chaleur des laves, et nous avons tâché de faire voir qu'aucune observation précise ne pouvoit nous conduire à penser que l'incandescence et la liquéfaction de ces ma-

tières minérales suivissent d'autres règles que celles qui déterminent cet état. Cependant un observateur des terrains volcaniques et des volcans, aussi expérimenté qu'ingénieux, paroît porté à croire que ce n'est pas à la chaleur seule que les laves doivent leur état de fluidité, et il l'attribue, même lorsqu'elles sont incandescentes, à la vaporisation des petites portions d'eau interposées entre les lames des cristaux qui composent ces masses d'une fluidité pâteuse.

Les cristaux des laves paroissent en général plus gros à l'origine des courans que vers leur extrémité.

Il est plusieurs montagnes volcaniques qui, possédant tous les caractères de cette sorte de terrain et rejetant du gaz, des pierres, etc., ne produisent cependant aucune lave. On remarque que cette propriété appartient principalement aux volcans très-élevés. Beaucoup des montagnes colossales des Cordillères, telles que le Rucu-Pichincha (4980 métr.), le Capac-Urcu (5460 mètr.), etc., n'ont jamais lancé de laves en coulée; pas plus que le Stromboli, montagne qui atteint à peine 200 mètres de hauteur : au contraire, d'autres volcans de hauteur considérable, comme le Popocatepetl (5542 mèt.) et le pic de Ténériffe (3808 mètres), ont eu des écoulemens latéraux.

Selon M. de Humboldt, ce ne sont pas les volcans et les cratères d'éruption seuls qui répandent de la lave et de la vase; mais, à Quito, ces matières sont lancées des crevasses de la terre pendant de violentes commotions. Le 4 Février 1797, un rocher de trachyte s'entr'ouvrit dans les environs de Péliléo et les couvrit d'une masse boueuse nommée *moya*, qui sortit en même temps de terre près de Rio-Bamba, et y forma des collines coniques. Ce moya, qui détruisit alors le village de Péliléo, sortit du rocher trachytique à une hauteur de 400 mètres.

Les écoulemens de vase de quelques volcans de l'Amérique sont remarquables : le pic de Carguiza a vomi, le 19 Juin 1698, et l'Imbaburu, en 1691, de l'eau, de la vase et des poissons (*prenadillas, pimelodes cyclopum*).

Ce qui est le plus rare, ce sont les écoulemens d'eau : souvent on les confond avec les inondations causées par la fonte des neiges sur la cime des volcans. Ce fut probablement la

cause des torrens d'eau qui accompagnèrent l'éruption du Vésuve, en 1034, et celle de l'Etna, en 1735.

En 1744, le Cotopaxi a eu des écoulemens d'eau considérables, et Lacondamine prétend qu'ils furent causés par la fonte des neiges; mais M. de Humboldt les attribue aux éruptions de la montagne.

Pendant le tremblement de terre de Cumana, arrivé le 14 Septembre 1797, il s'écoula de plusieurs crevasses de l'eau et du bitume.

Dans une plaine qui s'étend vers Cassany, à deux lieues au sud de Cariaco, la terre s'entr'ouvrit et lança, de ses crevasses, de l'eau chargée d'acide sulfurique.

Pendant le tremblement de terre de Caraccas, la terre s'entr'ouvrit près de Valicillo, à quelques lieues de Valence, et lança une si grande quantité d'eau, qu'il s'en forma un nouveau fleuve. Le même événement fut observé à Porto-Cabello. A l'ouest de la Sierra de Meapire, on trouve un terrain creux duquel fut lancé du bitume pendant le tremblement de terre de 1766, qui ruina Cumana.

5. Éjections diverses de matières pulvérulentes, de pierres, de rochers, etc.

Ces éjections sont très-différentes, et par la nature des corps qui sont lancés au loin, et par la force qu'il faut admettre pour produire des effets quelquefois prodigieux. On distingue en général, dans les corps ainsi lancés, les matières pulvérulentes improprement nommées cendres; les petites pierrailles, débris de laves et des parois du cratère qu'on nomme *rapilli;* les blocs ou bombes de laves fondues, incandescentes même, et qui prennent ces formes dans les airs; les blocs solides, d'un volume quelquefois très-considérable, de nature lavique, mais arrachés aux entrailles des volcans, aux parois et aux bords du cratère; et enfin, des débris, des blocs même, de roches étrangères aux terrains volcaniques. Nous allons donner des exemples de ces différentes classes d'éjections.

Les matières pulvérulentes dont nous avons déjà parlé plus haut en général, se présentent dans presque toutes les éruptions volcaniques; on les appelle cendre et sable. Elles ne

tombent pas toujours sèches sur le sol, mais fréquemment pénétrées de vapeurs aqueuses et entremêlées de petites scories : dans cet état elles ont la propriété de s'unir et de former à la surface de la terre les masses solides.

A l'éruption du Cotopaxi, le 4 Avril 1768, la pluie de cendres fut si forte qu'à Saint-Ambato et à Tacuaga les habitans marchoient dans les rues pendant le jour avec des lanternes. Souvent ces cendres se répandent à plusieurs lieues de distance : celles du Vésuve furent portées à Constantinople, en 473 ; celles de l'Etna à Malte, en 1329; celles de l'Hékla se répandirent à 50 lieues, en 1766.

Après les tremblemens de terre de Caraccas on trouva dans les montagnes d'Aros une terre blanche, semblable à de la cendre, qui avoit été lancée des crevasses et qui couvroit la contrée. Des nuages de poussière obscurcirent l'air à Caraccas et formèrent, lorsqu'elles furent tombées sur les décombres des édifices ruinés, une couche terreuse.

Les masses de rochers que lancent les monts ignivomes et les cratères d'éruption, sont ou des pierres volcaniques, des ponces, des scories, des fragmens de lave, des verres, des masses vitrifiées, des cristaux amoncelés, des brèches, ou ce sont des roches d'autre formation. Lorsque ces déjections n'ont la grosseur que de quelques lignes, on les appelle *rapilli.*

Les rapillis, qu'on trouve à toutes les éruptions volcaniques, consistent en scories ou en ponces : les premières sont noires et ressemblent aux scories des fourneaux; les secondes, blanches ou grises, fréquemment en petites déjections, sont vitrifiées ou vitreuses; quelquefois elles forment de petites boules (larmes volcaniques, amandes volcaniques). Éruption du Vésuve de 1813. (Menard de la Groye.)

Les scories sont tantôt légères, tantôt pesantes; on en trouve d'une grosseur considérable : ainsi Menard de la Groye cite une scorie de l'éruption du Vésuve de 1813, qui pesoit 12 livres.

Les masses de lave qui sont lancées forment des boules, des bombes ou des blocs: ces bombes sont rondes, souvent couvertes ou enveloppées d'une croûte scoriforme qu'on peut en détacher; il n'est pas rare qu'on les trouve vitrifiées, souvent creuses, quelquefois composées de plusieurs couches,

dont quelques-unes sont pierreuses, les autres vitreuses. Ces bombes sont ordinairement aplaties, rarement sphériques ou ovales.

Les masses de lave projetées en blocs tombent fréquemment amollies sur la terre, de sorte qu'elles prennent l'empreinte des objets sur lesquels elles tombent : elles sont de grandeur considérable, ayant plusieurs toises de circonférence ; tels sont les blocs que, selon Lacondamine, le Cotopaxi a lancés ; ceux de la plaine Grenez au pic de Ténériffe, etc. Ces blocs sont d'ordinaire arrondis : au pic de Ténériffe, ils consistent en obsidienne avec du felspath et du silex résinite (de Humboldt) ; à l'Etna, ils sont composés de diverses laves semblables à celles des anciens courans, leur surface est vitrifiée. (Ferrara.)

Des masses prodigieuses sont ordinairement lancées par les volcans élevés : le Cotopaxi a lancé en 1533 des rochers de 3 à 4 mètres de diamètre; tandis que les volcans moins élevés, comme le Stromboli, ne lancent ordinairement que des fragmens de rochers de quelques centimètres de diamètre.

Les masses sont quelquefois lancées à une hauteur considérable par ces éruptions : les pierres que lança le Vésuve en 1779, restèrent en l'air pendant 25 secondes : l'Etna, en 1669 et en 1819, lança de grandes masses de pierres jusqu'à une lieue de distance. Le Cotopaxi, en 1533, a lancé à trois lieues des rochers de 10 mètres cubes, et des masses prodigieuses d'obsidienne ont été jetées en l'air par le pic de Ténériffe.

Parmi les phénomènes rares, il faut placer les déjections de roches primitives. Ferrara soutient qu'il a trouvé sur l'Etna du granite lancé par ce volcan (de Humboldt, t. 1, p. 388). Le Vésuve a aussi lancé du granite et du micachiste, et, selon Giœnei, de la diorite et du grès.

6. Dégagemens divers de vapeurs et sublimations.

Dégagemens gazeux.

« Ils sont de nature très-différente, et les phénomènes qu'ils manifestent, ainsi que les effets qu'ils produisent, sont aussi très-variés.

« Les vapeurs aqueuses forment la plus grande partie des dégagemens de fluides aériformes. Ces vapeurs, visibles de très-loin, mêlées presque toujours de matières pulvérulentes, forment ces colonnes et nuages noirâtres qu'on a pris souvent pour de la fumée, et qui, en se condensant, produisent les météores atmosphériques dont nous parlerons plus bas.

« Ces vapeurs, éclairées par les matières incandescentes qui remplissent les cratères ou en garnissent les parois, ont souvent été prises pour des flammes. Ainsi on vit se former au-dessus du cratère du Vésuve, en 1631, 1737 et 1779, des colonnes de feu qui s'élevèrent à une hauteur prodigieuse. Le dernier phénomène, arrivé le 3 Août à 9 heures du soir, a été décrit par Della Torre. La girandole atteignit une hauteur qui surpassa trois fois celle de la montagne. Un spectacle semblable fut observé sur l'Etna le 18 Juillet 1787 à onze heures du soir. Pendant l'éruption du Cotopaxi, en 1738, la colonne qui paroissoit enflammée, s'éleva à près de douze cents mètres; mais cette illusion a été combattue par un grand nombre d'observateurs (M. Poulett-Scrope, etc.), qui ont affirmé qu'il ne sortoit jamais aucune véritable flamme des cratères des volcans.

« Cependant il se dégage des volcans, dans certains momens et dans certaines éruptions, du gaz hydrogène qui n'est jamais pur, mais qui est toujours plus ou moins chargé de soufre en dissolution, et qui appartient par conséquent à ce gaz particulier qu'on nomme gaz hydrogène sulfuré ou acide hydrosulfurique.

« Quoique ce gaz exige une assez haute température pour être enflammé, il paroît que celle des volcans ou de l'intérieur de la terre est, dans quelques circonstances et à une certaine profondeur, suffisante pour l'enflammer, et qu'il peut être considéré comme la vraie source de flammes observées et décrites de manière à ce qu'il soit difficile qu'on se soit mépris sur ce phénomène. »

A Cumana on remarqna, une demi-heure avant la grande catastrophe du 14 Décembre 1797, une odeur forte de soufre dans le voisinage du couvent de San-Francesco, précisément dans cette contrée où le bruit souterrain, qui du sud-ouest se répandoit vers le nord-est, étoit le plus violent; en même

temps on vit des flammes s'élever sur les bords du Rio-Manzanares, dans le voisinage du couvent des capucins. Des phénomènes semblables furent aperçus dans le golfe de Cariaco, non loin de Mariquita.

Pendant le tremblement de terre qui arriva le 26 Juillet 1805 aux environs de Naples, on vit s'élever, dans une étendue de plusieurs lieues, des flammes de la terre. Des phénomènes semblables furent observés pendant la commotion qui ruina Lisbonne. A une distance de sept lieues on vit des flammes et une colonne de fumée épaisse sortir des ouvertures latérales des rochers d'Alvedras. La fumée dura plusieurs jours et augmentoit à mesure que le feu souterrain s'embrasoit davantage. On vit des colonnes de fumée semblables s'élever de la mer.

« Le gaz acide sulfureux, le gaz acide muriatique, dont la présence presque habituelle dans la plupart des volcans produit les colorations et décolorations des laves et ces altérations si communes et si variées qu'on y remarque, se dégagent avec une grande abondance des cratères et fissures volcaniques, tantôt presque constamment, tantôt avant, au moment ou après les éruptions.

« Le gaz acide sulfureux est très-abondant à l'Etna et presque dominant; il est au contraire rare au Vésuve, où le dégagement d'acide muriatique est si constant que M. de Gimbernat, profitant de son mélange avec des vapeurs aqueuses condensables, avoit établi près du sommet de ce volcan une sorte d'appareil, qui le recueilloit et le rassembloit dans des vases.

« L'acide carbonique se dégage aussi en grande abondance de plusieurs terrains volcaniques; mais on l'a observé vers le pied des montagnes volcaniques, dans les plaines sur lesquelles elles s'élèvent et après les éruptions, plutôt que sur les sommets et dans les paroxismes.

« L'azote est plus rare; mais sa présence dans les cavités des terrains volcaniques a été constatée. »

Sublimations.

« Les vapeurs ou gaz qui se dégagent dans les éruptions tiennent souvent en dissolution différens minéraux, qu'elles déposent dans les fissures des montagnes volcaniques, dans les

soufflures des laves ou sur les parois des cratères. Nous avons déjà parlé de ces corps à l'article des MINÉRAUX produits par sublimation; ce sont : l'acide borique (à Vulcano), le soufre (presque partout), le selmarin très-communément et l'une des causes de la fumée des laves, le selammoniac, le muriate de cuivre, le réalgar ou sulfure rouge d'arsenic, etc. »

7. PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES.

Des phénomènes météorologiques divers et souvent très-violens accompagnent les éruptions. Les causes en sont facilement reconnues dans les dégagemens abondans de vapeurs et de gaz, dans la condensation des unes et la combustion des autres; d'où résultent tant de changemens de tension électrique.

Tantôt il tombe des averses chaudes (Vésuve, 1779), tantôt des gouttes sulfureuses et corrosives, qui nuisent à la végétation, de même qu'aux hommes et aux animaux qu'elles touchent (Islande, 1783).

Des éclairs, qui souvent tuent des hommes et des animaux, s'élancent des nuages de fumée, comme cela est arrivé dans les éruptions d'Islande en 1783.

8. DURÉE DES ÉRUPTIONS, EXTINCTIONS DES VOLCANS, ALTÉRATION DE LEURS ROCHES.

Durée et fin des éruptions.

Les éruptions des volcans sont ou continues ou intermittentes.

Les éruptions paroissent devenir d'autant plus rares que les volcans sont plus élevés. Le plus petit de tous les volcans, le Stromboli, est dans une action perpétuelle. Elles sont plus rares à l'Etna et au pic de Ténériffe qu'au Vésuve.

Il n'y a que peu de volcans qui soient continuellement actifs (comme le Stromboli, dont les éruptions sont citées par Strabon et d'autres auteurs anciens; le Zibbel-Teir dans la mer Rouge, selon Bruce; l'île de Bourbon, suivant M. Bory Saint-Vincent; l'île de Fuego et d'autres) : plusieurs ne jettent du cratère que de la fumée et des cendres (Vulcano et Vulca-

nello); la plupart sont intermittens (Etna, Vésuve, pic de Teyde, etc.).

Les cimes colossales des Andes, le Cotopaxi, le Tungura-tura, et les autres grands volcans de l'Amérique ont rarement plus d'une éruption dans un siècle : le pic de Ténériffe n'a eu que trois éruptions depuis 1430 jusqu'en 1798; le Capac-Urcu, qui, avant la dernière éruption, étoit plus haut que le Chimborazo, et qui est encore élevé de 5460 mètres au-dessus du niveau de la mer, est resté tranquille depuis le 16.e siècle; l'Orizaba au Mexique, haut de 5434 mètres, a eu ses dernières éruptions depuis 1545 jusqu'en 1566. Plusieurs volcans se reposent pendant des siècles et ont ensuite des éruptions successives et fréquentes.

Lorsqu'en 79 de notre ère le Vésuve eut la grande éruption qui détruisit Herculanum, Pompeïa et Stabia, et où Pline trouva la mort, la montagne étoit couverte d'arbres jusqu'au sommet : on fit la même observation sur l'Etna avant l'année 40.

Depuis 79 jusqu'en 1631 le Vésuve n'a eu que douze éruptions; mais depuis cette époque son activité a tellement augmenté que dans le 17.e siècle il a eu cinq, et dans le 18.e, dix-sept éruptions.

Il fut calme depuis 1284 jusqu'en 1321; depuis cette époque jusqu'en 1333 il a eu des éruptions fréquentes.

Dans le 15.e siècle, en 1422, il y a eu une seule éruption en Islande; au contraire, il y en a eu treize depuis 1716 jusqu'en 1783. Le Cotopaxi, qui, du temps de la découverte de l'Amérique, eut de violentes éruptions, ne s'embrasa de nouveau qu'au bout de deux siècles, en 1742, et eut alors pendant trois ans des éruptions dévastatrices.

Quelques éruptions durent des années : dans les Moluques le Gunung-Api a eu pendant soixante ans des éruptions qui n'ont cessé qu'en 1696.

L'Arizaba au Mexique a eu continuellement des éruptions depuis 1545 jusqu'en 1566. De 1160 jusqu'en 1169 l'Etna fut dans une activité continuelle.

Depuis 1682 jusqu'en 1689 les éruptions du Vésuve ont continué avec quelques interruptions.

Au contraire, on observe d'autres éruptions qui ne durent

que quelques heures. L'Awatscha (haut de 360 mètres), au Kamtschatka, a eu en 1737 une éruption formidable, qui n'a duré que vingt-quatre heures.

Pour le Vésuve et l'Etna, de petites éruptions de cendres et de rapillis, qui ne durent que quelques minutes, sont assez fréquentes.

Après la fin des éruptions arrivent ordinairement de nouveaux phénomènes destructeurs. Des vapeurs empoisonnées, des miasmes infects s'élèvent de la terre, et affectent la santé des hommes et des animaux. Les éruptions des volcans de l'Amérique méridionale sont surtout nuisibles en ce qu'elles répandent, à des lieues de distance, du limon et des poissons, ce qui cause souvent des maladies dangereuses.

Extinction des volcans.

Si l'on considère sous le même point de vue les volcans éteints et les volcans en ignition, on trouve les résultats suivans :

L'extinction de tout un système de volcans est plus rare que la cessation de l'action volcanique dans des montagnes isolées d'un système : la première suppose une cessation totale de toute action volcanique; la seconde seulement une inaction locale.

Nous ne connoissons aucun exemple de systèmes éteints dont les sommets montent au-dessus de la limite des neiges ou qui s'élèvent de hauts plateaux. On ne connoît pas non plus de nouveaux embrasemens dans des systèmes éteints. Si l'extinction arrive dans une montagne isolée d'un système où les forces volcaniques sont encore actives, on ne manque pas d'exemples qui prouvent que ces montagnes se sont embrasées de nouveau. En 79 de notre ère on ne savoit de mémoire d'hommes plus rien des éruptions du Vésuve : l'action volcanique paroissoit complétement éteinte, jusqu'à ce que dans l'année indiquée une éruption formidable eut lieu.

Pendant le tremblement de terre qui agita l'Italie en 1702 et 1703, on remarqua une violente éruption à une montagne éteinte en apparence dans l'Abruzze. Des évènemens semblables se font remarquer dans les pics énormes de l'Amérique méridionale ; ils se reposent souvent pendant des siècles, jus-

qu'à ce que les forces volcaniques se frayent en eux de nouvelles issues.

Des volcans isolés s'éteignent, ou parce qu'ils se fendent en deux, ou par l'écroulement des cratères, ou parce qu'ils sont couverts par les flots de la mer.

La montagne de l'Abruzze dont nous venons de parler s'écroula pendant l'éruption et ne montra plus depuis aucune trace d'activité volcanique.

A Machian, l'une des cinq Moluques, des éruptions volcaniques déchirèrent en 1646 une montagne, qui depuis forma deux montagnes et ne montra plus de traces d'action volcanique.

En 1638 le pic de l'île de Timor s'abîma tout à coup; une montagne que l'on voyoit à trente lieues de distance, et qui servoit de phare aux marins, s'écroula pendant de violentes éruptions; elle forme aujourd'hui un lac. Le 11 Août 1772 le plus haut des volcans de Java s'écroula après une éruption courte et violente.

Des volcans qui s'éteignent se changent souvent en montagnes de soufre, ou plutôt dégageant du soufre; tels sont: la Solfatare près de Pouzzole, dont la dernière éruption a eu lieu en 1198 [1], la montagne de soufre de Saint-Eustache, celle de Guadeloupe, la soufrière de Sainte-Lucie, Krisurik en Islande, et d'autres qui se sont aussi transformées en solfatare. En général, comme l'observe M. de Humboldt, le soufre est beaucoup plus rare dans les cratères de volcans actifs que dans le sol des volcans éteints.

Enfin, les roches volcaniques, trachytes, basaltes ou laves, attaquées par les vapeurs acides, non-seulement se décolorent, se désagrègent, mais elles se couvrent aussi d'efflorescences salines de couleurs très-variées, ainsi que Spallanzani le fait remarquer dans la montagne des étuves (île de Lipari), où ces sels, colorés en rose, en violet, en orangé, sont en général des sulfates d'alumine colorés par du fer.

---

1 Aucune relation authentique ou claire ne fait connoître, à la Solfatare de Pouzzole, de véritable éruption analogue à celle des volcans. Breislak en convient, et fait voir le peu de confiance qu'on doit avoir dans cette prétendue éruption de 1198; il est même douteux que ce terrain volcanique ait jamais produit de coulée de lave.

Dans les contrées de volcans éteints il reste encore, après l'extinction complète et dont l'époque est inconnue, des dégagemens de gaz acide carbonique, des suintemens de bitume et de nombreuses sources d'eaux minérales chaudes.

ARTICLE IV.

POSITION PHYSIQUE DES TERRAINS VOLCANIQUES.

Il ne faut pas confondre cette sorte de considération de géographie physique sur la position des terrains volcaniques avec leur position purement géographique et la position de leur foyer.

Il s'agit de voir si les volcans se trouvent indistinctement sur toutes les parties des continens ou des mers, ou s'ils n'affectent pas une position spéciale. Il faut encore, et surtout ici, distinguer les volcans de l'ancien monde ou saturniens avec les volcans actuels ou joviens, car leur position physique est bien différente.

Les premiers se rencontrent au milieu des continens, comme sur les rivages et au milieu des mers; mais ils sont aussi nombreux dans la première position qu'ils sont rares dans les secondes. Il y a bien peu d'exemples de volcans, et il faut soigneusement distinguer le système de volcans des bouches volcaniques; il y a, dis-je, bien peu d'exemples de systèmes volcaniques placés dans les îles ou sur les rivages de la mer, qui soient complétement éteints, depuis les temps historiques.

Une seconde règle de position, qui appartient à tous les volcans, tant saturniens que joviens, c'est de ne jamais se trouver sur aucune crête ni sur aucun sommet de montagne élevée dont la masse ou même la base seroit composée de roches absolument étrangères aux terrains volcaniques. Ainsi je ne sache pas d'exemple de volcan trappéen ou lavique, pas même de trachytique, qui se montre vers le sommet d'une montagne ou d'une chaîne de montagnes de granite, de gneiss, de micaschiste, de schiste argileux ou de calcaire quel qu'il soit.

Les terrains volcaniques ont plutôt soulevé les terrains qu'ils

ne se sont placés sur eux, quand ceux-ci étoient déjà portés à une certaine élévation. Ainsi on regarde les calcaires marins qui forment plusieurs des îles Antilles, et quelques parties de ces îles, comme soulevés par les roches volcaniques qui sont au-dessous et qui, après les avoir percés, se sont épanchées sur quelques-unes de leurs parties. On remarque que les bancs et iles de coraux de la mer du Sud sont placés sur des sommets volcaniques, qui paroissent les élever continuellement au-dessus de la surface des eaux.

Les terrains volcaniques de tous âges recouvrent bien de leurs produits des terrains très-nouveaux, soit arénacés, soit schisteux, soit calcaires; mais en général on n'a pas remarqué que ceux dont on avoit pu voir la base ou la racine, ou au moins la présumer, surtout parmi les volcans laviques, aient percé de puissans terrains de sédiment, tels que les calcaires pénéen, jurassique et crayeux, réunis. Aussi remarque-t-on que la plupart des terrains volcaniques sont peu éloignés des terrains primordiaux ou de groupes et chaînes de montagnes qui appartiennent à cette grande période de roches.

Il est généralement reconnu que tous les volcans en activité sont sur les bords de la mer ou au moins à peu de distance de ses bords, ou dans des îles, qu'ils forment quelquefois entièrement. Il y a peu d'exceptions à cette règle, si même il y en a de réelles.

Quoique plusieurs *sommets* de volcans des Andes soient à une distance perpendiculaire aux côtes de plus de 35 lieues de 20 au degré, on fera remarquer que, proportionnellement à leur hauteur, ils peuvent se trouver assez éloignés des côtes sans que leur masse, celle qui constitue le système large et haut dont ils sont les bouches, en soit très-éloignée. Peut-être même les bases nécessairement très-étendues de cet immense système pyramidal sont-elles immédiatement baignées par les eaux de la mer. Aussi M. Daubeny, qui fait remarquer que, sur les cent soixante-trois volcans en activité, cités par M. Gay-Lussac, il y en a très-peu qui ne soient près de la mer ou de grands amas d'eau salée, n'admet-il pas comme exception ni les volcans des Cordillères des Andes, ni les volcans de Jorullo au Mexique, ni les deux ou trois volcans incertains du centre de la Tartarie, parce que les premiers

peuvent communiquer médiatement avec la mer au moyen de volcans intermédiaires, et que les autres sont peut-être dans le voisinage de grands lacs salés.

Le volcan en ignition qu'on a cité comme le plus avancé dans l'intérieur des terres, est celui qui a été vu, mais de loin, par M. Roulin, entre Ibaqué et Mariquita, dans la chaîne centrale des Andes de la Colombie.

Non-seulement les volcans en activité sont presque tous dans le voisinage de la mer ou de grands amas d'eaux continentales, mais plusieurs sont évidemment sous-marins ou comme isolés au milieu des mers, où ils forment des îles coniques.

Nous avons déjà fait connoître l'existence des premiers et les phénomènes qui accompagnent leur élévation, en citant, au commencement de cet article, l'apparition des nouveaux écueils et des nouvelles îles qui étoient dus à cette cause. Nous ajouterons qu'ils manifestent leur présence dans le fond des mers, non-seulement par les gaz, les bitumes, les ponces, les rochers qu'ils élèvent instantanément, mais par la manière dont certaines de ces îles paroissent s'être formées, d'abord par l'accumulation des matières sortant de la terre et formant des cônes ou protubérances, et ensuite par l'exhaussement du sol même, comme soulevé par l'expansion des gaz et des vapeurs formés ou dégagés. Telle est du moins l'explication très-admissible qu'en donne M. Poulett-Scrope. On trouvera encore quelques exemples des îles volcaniques dans l'énumération que nous allons donner, d'après le même géologue vulcaniste, des principaux volcans en activité qu'on connoît dans différens parages.

Mais, avant de procéder à cette énumération, nous devons faire remarquer une autre règle de position physique des volcans, qui, au premier aperçu, sembleroit être en contradiction avec ce que nous venons de dire : c'est que, depuis le commencement de la période jovienne ou des temps historiques, *il ne s'est formé, élevé ou seulement ouvert, aucun nouveau volcan*. Il faut bien s'entendre sur la valeur de ce mot et le prendre dans l'acception que lui a donnée M. L. de Buch. Il signifie ici *système volcanique*, et non pas *bouche* ou *mamelon volcanique*.

Cela veut dire qu'on ne peut citer aucun exemple authen-

tique que d'un terrain situé, soit dans l'intérieur des terres, soit sur les côtes maritimes, soit même au milieu de la mer, et qui ne présentoit aucune trace de roches volcaniques ou qui en étoit seulement à la distance de quelques kilomètres, il se soit, non pas formé un volcan, mais même ouvert un cratère ou de soulèvement ou d'éruption. Tous les nouveaux cratères qui se sont ouverts, toutes les nouvelles roches volcaniques qui se sont élevées au-dessus des eaux de la mer, se sont constamment montrés non-seulement dans le voisinage, mais dans la dépendance d'un système volcanique existant depuis un temps immémorial, et même plutôt dans un système volcanique dont quelques parties étoient en activité, que dans un système entièrement éteint.

Nous répéterions les noms de lieux que nous avons si souvent cités et que nous allons encore citer, si nous voulions appuyer cette proposition par des exemples. Il suffira, pour se convaincre de la réalité de cette règle, de relire ce que nous avons rapporté, à l'article III, *Des phénomènes volcaniques*, sur les îles nouvelles et les soulèvemens de sol, et ce que nous allons rapporter, à l'article qui va suivre, sur les nouveaux volcans des Açores, de l'archipel grec, de l'Islande, des archipels indien et japonois, du Kamtschatka, etc.

On peut même poursuivre plus loin la considération qui conduit à conclure qu'il ne se forme, à notre connoissance, aucun des terrains que nous avons rapportés à la période saturnienne ou antéhistorique, et faire remarquer que ces îles et collines nouvelles, sorties de la terre ou du sein des mers, sont toujours composées de roches laviques, et n'ont jamais montré ni vrai trachyte, ni vrai basalte. Ce seroit donc établir une hypothèse tout-à-fait gratuite, c'est-à-dire dénuée de toute présomption, que de dire qu'il peut se former à notre insçu dans le sein des mers des terrains volcaniques composés des roches que nous venons de nommer, puisque les échantillons du sol sous-marin qui ont été amenés au jour par l'action volcanique, ne nous ont jamais montré aucune de ces roches.

ARTICLE V.

GÉOGRAPHIE VOLCANIQUE.[1]

§. 1.er Liste des principaux VOLCANS ACTUELS ou de la PÉRIODE JOVIENNE.

Volcans d'Europe et des îles adjacentes.

Le *Vésuve*. Sa première éruption est rapportée à l'an 79. C'est dans cette éruption qu'Herculanum, Pompeïa et Stabia furent ensevelis, « non pas sous des laves, mais sous des éjections et transports, tant aériens qu'aqueux, de matières pulvérulentes, de péperine, de brecciole, etc. Les matières pulvérulentes que rejette actuellement le Vésuve sont, d'après l'observation de M. Gimbernat, très-différentes de celles qui ont enseveli ces villes. »

Avant cette époque, il est probable que les éruptions avoient lieu par le cratère central de la Somma, qui formoit une montagne conique isolée. Ce volcan a éprouvé depuis une grande variété de phases, et durant une période de près de deux siècles, c'est-à-dire depuis 1109 jusqu'en 1306, il est demeuré dans un état complet d'inactivité. Le cratère contenoit en ce temps des bois et quelques petits lacs.

Après l'année 1538 il y eut de nouveau un siècle de repos absolu, qui fut interrompu par la violente éruption de 1631.

En 1760, des éruptions éclatèrent à la fois de quinze points d'une fissure, qui s'ouvrit du sommet à la base de la montagne : chacune de ces ouvertures vomissoit de la lave et des scories. Pendant long-temps les laves de ce volcan ne con-

---

1 Il y a bien des listes des volcans en activité ; mais, comme mon objet n'est pas d'en présenter une complète, j'ai préféré donner la traduction de celle qui est à la fin de l'ouvrage de M. Poulett-Scrope, parce qu'elle m'a paru, par sa dimension et sa forme, remplir très-bien mon objet, et que je n'aurois pas espéré en faire une meilleure : je me suis contenté d'ajouter quelques notes, et d'y faire quelques additions. Je n'ai pas pu établir une distinction précise entre les additions et le texte de l'auteur que j'ai suivi ; mais lorsque je les jugerai de quelque importance, je les ferai distinguer par des guillemets, placés au commencement et la fin de l'addition, ainsi que je l'ai fait plus haut.

sistoient qu'en téphrine amphigénique, et les anciennes, suivant les observations de M. Moricand, sont plus riches en amphigène que les modernes; mais il est probable, d'après la quantité de ponce qui existe dans la couche de conglomérats de la Somma, que ces laves étoient autrefois d'une nature felspathique ou trachytique. Cette opinion est appuyée par la considération que la masse principale de la lave de la Somma est elle-même trachytique, et que les volcans éteints des champs phlégréens, dans le voisinage immédiat du Vésuve, ont presque uniformément produit des laves trachytiques.

« Le Vésuve, quoique tranquille depuis un temps considérable avant la funeste éruption de 79, avoit cependant autrefois vomi des laves et des matières terreuses. La ville de Pompeïa étoit pavée de lave et bâtie en partie de roches volcaniques: on trouve sous ce pavé plusieurs lits ou courans de lave. M. Lippi a publié une dissertation très-profonde sur les matières qui ont enseveli Pompeïa. Il paroît les considérer en général comme des matières volcaniques délayées; et, malgré les objections qui lui ont été opposées avec non moins de science et d'érudition, je suis porté, d'après ce que j'ai vu, et ainsi que je l'ai dit plus haut, à admettre qu'une grande partie des matières qui ont recouvert Pompeïa, qui ont pénétré dans ses caves et ses temples, et qui ont comme moulé ses statues, étoient à l'état d'une matière terreuse humide et même délayée.

« Le Vésuve, outre le selmarin qui tapisse les fissures de ses laves, a rejeté quelquefois des masses considérables de ce sel. Une des plus grosses est celle qui a été lancée par l'éruption de 1822, et qui a présenté un mélange de substances terreuses et ferrugineuses volcaniques et de selmarin assez impur. M. Laugier, qui l'a analysée, y a trouvé les matières suivantes :

Selmarin	62,9
Muriate de potasse. . .	10
Silice	11
Fer	4
Alumine	3
Chaux.	1
	91,9.

« Le Vésuve, ou plutôt la Somma, offre la réunion la plus nombreuse et la plus remarquable d'espèces minéralogiques. M. Monticelli, dans un ouvrage intitulé *Oryctographie du Vésuve*, en a publié l'énumération et la description. Nous en donnons ici la liste :

Liste des principales espèces minérales qui se trouvent dans les roches laviques du Vésuve, et dans celles qui, ayant été rejetées par ce volcan, font partie de son ancienne masse ou des débris accumulés au pied de cette masse, nommée la Somma, *principalement dans le lieu dit* Fossa-Grande.

D'après MM. T. Monticelli et E. di N. Covelli.

Soufre.
Acide sulfureux.
Acide sulfurique.
Acide muriatique.
Gaz azote.
Acide boracique.
Séléniure de soufre.
Acide carbonique.
Eau.
Hydrogène sulfuré.
Arsenic sulfuré.
Quarz.
Plomb sulfuré.
Plomb muriaté (*cotunnia*).
Cuivre pyriteux.
Cuivre sulfaté.
Cuivre muriaté.
Pyrite (dans les cavités de la lave amphygénique et pyroxénique).
Fer oligiste.
Fer oxidulé.
Fer oxidulé titanifère.
Fer sulfaté.
Fer permuriaté.
Manganèses sulfatés.
Manganèses muriatés.
Zircon.
Sous-sulfate d'alumine.
Néphéline.
Topaze.
Magnésie sulfatée.
Magnésie muriatée.
Condrodite.
Serpentine.
Péridot.
Talc.
Spinelle.
Gypse.
Fluor.
Calcaires divers.
Dolomie.
Arragonite.
Chaux phosphatée.
Sphène.
Wollastonite.
Amphibole.
Pyroxène.
Épidote.
Thomsonite de Brook.
Stilbite ?
Grenats.

Idocrase.	Alun.
Gismondine.	Amphigène.
Tourmaline ?	Meionite.
Gehlénite.	Felspath.
Mélilite.	Haüyne.
Selmarin.	Mica.
Muriate de potasse.	Breislakite.
Muriate d'ammoniaque.	Humboldtilite.
Soude sulfatée.	Zurlite.
Sodalite.	Davyne.
Lazulite.	Cavolinite ?
Analcime.	Christianite.
Potasse sulfatée.	Biotine. »

Le *Monte-Nuovo*, dans le golfe de Baies, s'étant élevé par une éruption au milieu des champs phlégréens, en l'année 1538, doit être regardé comme le siége d'un foyer volcanique récemment en activité. On sent encore au fond du cratère une chaleur considérable, et des vapeurs s'échappent de quelques-unes de ses crevasses.

Le cratère de la *Solfatare* est supposé avoir été en éruption au commencement du 12.e siècle. « Cependant on n'en a aucune notion précise[1], et ses roches, aussi de nature trachytique, ont éprouvé et éprouvent encore une altération très-sensible. Les pyrites qu'on y observe ne paroissent pas s'y produire, mais plutôt exister dans le trachyte[2]. Les roches des environs ont subi le même genre d'altération; elles sont devenues blanches, ce qui leur avoit fait donner par les anciens le nom de *colles leucogei*.

« Le son creux que produit le sol de la Solfatare, lorsqu'on frappe dessus, ne peut pas être attribué à une vaste cavité qui seroit au-dessous; mais, comme l'observe très-bien M. Daubeny, à la multitude de fissures qui traversent ce sol. »

Etna. Montagne volcanique considérable et d'une grande régularité. Ce volcan a été constamment en activité depuis

---

1 Voyez la note ci-dessus, pag. 79.

2 Voyez ce qui a été dit à ce sujet à l'article des minéraux volcaniques, p. 51 et 54.

les premiers siècles historiques : plus de soixante-dix cônes *parasites* se sont formés sur ses flancs par les explosions latérales. Ses laves sont un basanite felspatheux passant quelquefois au dolérite par l'abondance du felspath. Elles présentent peu de variétés.

« M. Ferrara assure que l'Etna n'a jamais produit de vrai basalte depuis les temps historiques. On remarque à la base de l'Etna des alternances de calcaire et de roches volcaniques, qui ont conduit plusieurs géologues à penser que l'Etna avoit soulevé un terrain calcaire marin, et qu'après l'avoir percé, il s'étoit répandu par-dessus lui (Ferrara). On assure que ce volcan a lancé, dans quelques-unes de ses éruptions, des blocs de granite. »

Isles Lipari : Stromboli. « Cette île consiste en une seule montagne conique, sur un des côtés de laquelle on voit plusieurs petits cratères, dont un en activité; le reste est éteint. Le volcan offre cette particularité que, quoiqu'il ait rarement des périodes d'activité très-intense, il jouit plus rarement encore d'intervalles de repos, puisqu'on n'a remarqué aucune lacune dans ses opérations, qui sont décrites par des écrivains antérieurs à l'ère chrétienne, en termes qui conviendroient encore à son état actuel. Elles consistent en éjections répétées à intervalles très - rapprochés, de pierres et de cendres, qui retombent dans le cratère ou sont portées dans telle ou telle direction, selon celle du vent. Le cratère cependant étant placé sur le penchant du précipice, et non sur son sommet, les matières qui en sortent ne contribuent que peu à accroître l'accumulation de substances dans son voisinage immédiat, et sont pour la plupart emportées dans la mer. Néanmoins il a cela de très-remarquable qu'il est dans une activité continuelle depuis un temps immémorial, et que, malgré cela, on ne cite aucune éruption dans laquelle il ait donné des coulées de lave.

« Les autres parties de l'île sont composées d'une roche volcanique d'agrégation (tuf ou tufa), dont les cavités sont revêtues de fer oligiste spéculaire, et qui est traversée de filons (*dykes*) qui ont beaucoup de ressemblance avec le trachyte. »

Vulcano (une autre des îles Lipari). « Les époques de ses

éruptions connues sont les années 1444 (où de grands fragmens ont été, dit-on, lancés à une distance de six milles), 1550, 1739, 1775, 1780 et 1786. La partie supramarine de ce volcan présente un cône de petite dimension, pourvu d'un cratère central (maintenant à l'état de solfatare), s'élevant de la cavité d'un cratère plus ancien et très-étendu, creusé par une violente éruption dans une montagne conique, qui lui étoit proportionnée. » Cette solfatare fournit maintenant beaucoup d'alun; mais, suivant l'observation de M. Daubeny, il est produit ici par le gaz acide sulfureux, tandis que celui de la solfatare du Pouzzole seroit dû au gaz hydrogène sulfuré.

Outre les sels résultant de l'action des vapeurs du sol sur les roches de Vulcano, les vapeurs du cratère donnent des produits très-remarquables, qui, s'ils ne sont pas uniquement propres à ce volcan, s'y présentent avec une grande abondance. Ce sont : 1.° l'acide boracique, qui revêt en un enduit épais, mais léger, spongieux et cristallin, les parois des cavités de ce cratère; 2.° du borate d'ammoniaque et du selammoniac; 3.° du sélénium, avec le soufre, qui s'y présente aussi sublimé et qui paroît avoir été volatilisé avec l'hydrogène.

Les opérations de ce volcan paroissent donc et très-actives et très-variées; M. Daubeny en donne une description pittoresque, que nous croyons devoir rapporter ici textuellement.

« Je ne saurois me représenter, dit-il, un spectacle d'une « grandeur plus solennelle que celui que présente son inté- « rieur, ni concevoir un lieu plus propre à exciter, dans un « siècle superstitieux, cette terreur religieuse que causoit « l'île, considérée comme consacrée à Vulcain, et les ca- « vernes, résidences particulières de ce dieu.

« J'avoue, quant à moi, que les effets réunis du silence « et de la solitude de ce lieu, la profondeur de sa cavité « intérieure, ses parois précipitées et suspendues, et la fumée « dense et sulfureuse qui sort de toutes ses crevasses et ré- « pand l'obscurité sur tous les objets, m'ont fait plus d'im- « pression que la vue des explosions réitérées de Stromboli, « contemplées à distance et en plein jour. »

Les laves de Vulcano sont trachytiques, et quelques-unes des derniers courans sont complétement vitrifiées en obsidienne.

Toutes les autres *îles Lipari* sont volcaniques ; mais de mémoire d'homme elles n'ont été sujettes à aucune éruption. Néanmoins *Lipari* elle-même renferme encore des sources chaudes et exhale, sur quelques points, des vapeurs fortement chargées de matières minérales. Le *Campo-Bianco*, montagne située à l'extrémité orientale de Lipari, est un grand cône entièrement composé de lits de ponce et de courans d'obsidienne extrêmement vitreuse, « passant à la stigmite au moyen des nombreux globules à cristallisation confuse et radiée, qu'on y observe. Au sud de l'île sont des collines considérables, entièrement formées de ponce et de pumite ; et c'est bien le cas ici de distinguer ces deux roches, puisque Dolomieu attribue la formation de la ponce à la destruction ignée complète et avec boursouflement des parties de la roche qui sont composées de quarz, de felspath vitreux et de mica. »

Ischia doit être rangé parmi les volcans encore actifs, ayant éprouvé une éruption dans le 14.ᵉ siècle. Il paroît avoir été sujet, dans les premiers temps historiques, à des phénomènes fréquens et extrêmement violens, qui, plus d'une fois, ont détruit ou forcé à la fuite les habitans que l'extrême fertilité de son sol et son délicieux climat y avoient attirés. La figure de cette île est celle d'une montagne volcanique très-régulière, garnie de cônes parasites. Des sources chaudes et des vapeurs sulfureuses s'élèvent de divers points : ses laves sont belles et variées ; toutes sont très-felspathiques, composées de dolérite et approchant du trachyte. Il en est plusieurs de très-porphyritiques : quelques-unes d'entre elles présentent des nœuds de cristaux de felspath pur aussi gros que le poing ; d'autres sont marbrées, en brèches mélangées de laves de couleur, de grain et de composition variés. Cette île abonde en conglomérats felspathiques, remarquables par la teinte verdâtre, qu'ils doivent probablement à la quantité d'augite que contiennent les laves.

Santorin, dans l'archipel grec, a été en éruption dans l'année 1707. On peut regarder les îles plus petites et les rocs qui se sont élevés, à diverses époques connues, dans le voisinage de cette île principale, comme des éminences parasites de la même montagne volcanique sous-marine, et consi-

dérer les phénomènes auxquels ils sont soumis, comme provenant de volcans latéraux et subsidiaires du volcan fondamental.

Milo, quoique les époques de ses éruptions soient inconnues, présente l'aspect d'un volcan récent, et a dans son cratère central une solfatare très-active et plusieurs sources d'eau bouillante et de vapeurs. Sans sa position et ces vapeurs, on pourroit ranger ce terrain parmi les volcans éteints.

L'Islande possède de nombreuses montagnes volcaniques, parmi lesquelles les suivantes sont habituellement actives; c'est-à-dire qu'on peut se rappeler diverses éruptions qu'elles ont eues.

Hécla, dont la dernière éruption date de 1766.

Kattlagiaa, qui, après un espace de soixante-quatre ans, eut, en 1823, une violente éruption. Celle qui, en 1755, avoit précédé le repos, avoit été encore plus terrible : d'immenses quantités d'eau, produites par la fonte des neiges, s'écoulèrent tout à coup de la montagne et inondèrent le pays d'alentour : les bestiaux périrent par l'effet des phénomènes électriques, etc. L'éruption dura une année.

Eyafialla-Jokul, qui, après une intermittence semblable de plus d'un siècle, éprouva une violente éruption en Décembre 1821. Les explosions durèrent jusqu'en Juin 1822, époque où la montagne, s'ouvrant à sa base, donna cours à un immense courant de lave.

Grinwain. Un lac de ce nom donna naissance, en 1716, à une éruption. Probablement ce lac étoit le cratère formé par quelques précédentes explosions d'un volcan dont le cône se sera trouvé entièrement détruit.

Skaptaa-Jokul et *Skaptaa-Syssel*. Ces deux volcans voisins éprouvèrent en 1783 de violentes éruptions, qui ravagèrent une vaste étendue du pays environnant. La lave se fraya un passage par trois sources dans la plaine, à la base des montagnes, à environ huit milles de distance l'une de l'autre; ces courans de lave en se réunissant, couvrirent un espace de plus de douze cents milles carrés d'étendue. Les éjections pulvérulentes qui terminèrent cette éruption, durèrent une année entière, pendant laquelle toute l'atmosphère de l'Is-

lande fut continuellement obscurcie par d'épais nuages de cendres.

On remarqua 1583 une éruption à une grande distance de la mer, et durant celle du Skaptaa-Jokul en 1783, le sommet d'un cône s'éleva au-dessus du niveau de la mer, par l'effet des explosions sous-marines, à plus de trente milles de la côte.[1]

Le nombre des volcans récemment actifs en Islande, se monte à onze ou douze : de ce nombre, l'Hécla seul a été, depuis une longue période, en état d'activité permanente ou très-fréquente. On rapporte treize éruptions de ce volcan depuis l'année 1137. La dernière a eu lieu en 1766; depuis ce temps il est resté inactif, et cette dernière éruption ayant elle-même été précédée d'un calme de soixante-treize ans, on peut supposer qu'il est maintenant soumis à de longues intermittences.

L'Islande entière paroît être de formation volcanique, et on reconnoît dans chaque montagne un volcan, soit actif, soit momentanément éteint: cette île peut donc être envisagée comme une grande croûte de rochers, tant fragmentaires que solides, produite par l'action d'un feu violent. La vapeur qui s'échappe d'entre les fissures de cette croûte, donne naissance aux nombreuses sources chaudes qui se font remarquer en Islande.

Esk. Ce volcan de l'île de Jean Mayen, sur la côte orientale du Groënland, a été vu en éruption en Avril 1818. Des jets de cendres s'élevoient toutes les trois ou quatre minutes, et atteignoient une hauteur de 1500 mètres. Il paroît qu'il y a d'autres volcans sur la côte du Groënland, ou au moins qu'il y en a eu autrefois.

Volcans des îles d'Afrique.

On n'a reconnu sur le continent d'Afrique aucun volcan actif; mais les îles qui le bordent sur les deux océans, sont

---

1 C'est un des exemples le plus remarquables d'une bouche volcanique ouverte à une aussi grande distance de la partie connue du système volcanique; ce qui doit faire présumer qu'il se prolonge sous la mer.

presque exclusivement volcaniques, et offrent plusieurs ouvertures d'éruption habituelle.

Les *Açores* sont toutes de nature volcanique. *Saint-Michel*, la plus grande des îles de ce groupe, a souffert de violens tremblemens de terre en 1810 et 1811, jusqu'à ce qu'en Février de cette dernière année une éruption sous-marine éclata à deux milles de la côte, et laissa un banc sur lequel la mer vient se briser. Le 13 Juin de la même année, après plusieurs autres tremblemens de terre, une autre île s'éleva à deux milles et demi au-delà de la première. Ce cône contenoit un cratère de 160 mètres de diamètre : il s'élevoit de 100 mètres au-dessus de la mer. Cette île, n'étant composée que d'éjections fragmentaires, s'est peu à peu usée par l'action des vagues et des courans, et s'est enfin trouvée réduite à n'être plus qu'un banc au-dessous du niveau de la mer. Une île semblable a déjà été produite en 1628, entre Saint-Michel et Tercère, et a disparu par les mêmes causes; et une autre encore dans le même endroit en 1721, a été, en deux années de temps, remise complétement de niveau. La mer recouvre de 80 brasses le lieu où elle s'élevoit.

Saint-Michel possède plusieurs cônes volcaniques, mais aucun d'entre eux n'a été récemment en activité. Elle contient pourtant une solfatare à Villa-Franca, et des sources chaudes. Des émanations d'hydrogène sulfuré s'élèvent de divers points de l'île.

Les laves des Açores sont principalement trachytiques.

Les *Canaries* sont également d'origine purement volcanique.

Le *pic de Ténériffe* est la plus célèbre de ces îles par son immense hauteur, atteignant une élévation de 4000 mètres. Le pic le plus élevé n'a pourtant pas été en activité depuis que l'île est habitée, et les éruptions du volcan ont eu lieu par des ouvertures latérales, et principalement par le cratère de Chahorra. Le dernier paroxisme, en 1768, avoit été précédé d'un repos de quatre-vingt-treize ans. Il a duré trois mois. Selon M. Cordier, les scories projetées à cette époque mettoient de douze à quinze secondes a tomber de leur extrême élévation jusqu'à terre; ce qui annonceroit qu'elles avoient atteint une élévation de 1000 mètres.

En 1706 on a observé qu'un courant de lave, qui rem-

plissoit le port de Garachico, parcouroit une distance de dix-huit milles anglois en six heures. Les laves du pic consistent en trachyte.

Palma, montagne conique, très-régulière, a produit en 1558, par une ouverture latérale, une violente éruption. La lave couloit vers la mer, et, en l'échauffant, fit périr beaucoup de poissons. De nouvelles ouvertures se formèrent en 1646 et en 1677, et des éruptions considérables eurent lieu.

Lancerote. Cette île fut, en 1730, le théâtre du plus affreux phénomène volcanique. Il paroît, par les détails recueillis sur les lieux par M. de Buch, que des éruptions continues eurent lieu pendant trois années, par de nombreuses ouvertures qui se formoient consécutivement sur une ligne qui s'étendoit directement en travers de l'île. Une grande partie de sa surface fut couverte par des torrens de lave, et le reste enseveli sous les scories et les cendres. Ces éjections fragmentaires furent néanmoins favorables à la fertilité de l'île, et les habitans qui avoient fui épouvantés vers l'île de Fuertaventura, trouvèrent à leur retour un sol infiniment plus riche que celui qu'ils avoient abandonné, et purent y cultiver de la vigne, qui n'y avoit pas réussi jusque-là. Durant cette période, des explosions et des jets de scorie et de fumée eurent lieu de la mer; un grand nombre de poissons périrent et flottoient sur la surface avec des masses de ponces, et l'on vit s'élever au-dessus des eaux un roc pyramidal, qui se réunit ensuite à l'île par l'accumulation de nouvelles matières. Les laves de Lancerote sont basaltiques.

En Août 1825 le cratère lança une grande quantité d'eau. Suivant M. Brandes, cette eau et les pierres qui l'accompagnoient, paroissoient contenir du selmarin, du sulfate de soude, de l'acide sélénique et de l'acide borique.

L'île *de l'Ascension* a été citée par quelques écrivains comme étant un volcan actif; mais, quoique entièrement volcanique et d'un aspect récent, on n'y mentionne aucune éruption.

Bourbon. La montagne volcanique centrale et principale de cette île, qui constitue la plus grande partie de sa masse, paroît être depuis long-temps éteinte. Au sud s'élève un cône plus petit et irrégulier, entouré d'une rangée circulaire de

rocs, qui sont l'enceinte d'un ancien et vaste cratère. Ce volcan a été dans un état presque constant d'activité, depuis la colonisation primitive de l'île. M. Hubert, qui en a observé les phénomènes depuis l'année 1766, affirme qu'il a été au moins deux fois par an en violente éruption durant cet espace de temps. Ses laves sont en partie du trachyte, en partie du basalte.

Une des éjections les plus remarquables de ce volcan, c'est l'obsidienne capillaire que, suivant M. Bory de Saint-Vincent, il lance presque continuellement.

Volcans d'Amérique.

Cook a observé un volcan à l'extrémité du promontoire d'Alaska, sur la côte nord-ouest du *Groënland*, qui, avec les deux plus nord-est de cette pointe, remarqués par lui et par Lapeyrouse, forment le prolongement de la chaîne volcanique des îles Aleutiennes.

Lapeyrouse fait mention aussi d'un volcan, 4^{d} de latitude nord du cap Mendocino. On en cite cinq en Californie.

Le *Mexique* contient cinq volcans principaux, savoir :

Colima. Observé en éruption par Dampier, qui le décrit comme ayant deux bouches, toutes deux en activité à la fois. Cette montagne est très-étendue et a près de 3300 mètres de haut.

Popocatepelt a plus de 5000 mètres d'élévation, et paroît être à présent dans un état d'activité permanente, quoiqu'on sache qu'il a été calme très-longtemps avant l'année 1530, où une violente éruption éclata.

Orizaba est une montagne volcanique, élevée aussi de plus de 5300 mètres. On n'y a remarqué aucune éruption récente.

Tustla, au sud-est de Véracruz, fut en éruption en 1793. Les cendres furent transportées jusqu'à Pérote, distant de cinquante-sept lieues en ligne droite.

Jorullo. On a donné ailleurs les détails d'une éruption remarquable de ce volcan en 1759.

M. de Humboldt fait observer que les ouvertures ou bouches volcaniques du Mexique sont rangées sur une ligne per-

pendiculaire à l'axe de la grande Cordillère. Elles paroissent donc être produites par une fissure qui étoit transversale et non pas longitudinale ou parallèle à la chaîne.

Dans les provinces de Guatimala et de Nicaragua, une ligne de cratères volcaniques se prolonge parallèlement aux Cordillères. Le nombre de ceux qui sont quelquefois en éruption, se monte à vingt-un. Voici leurs noms tels que les donne M. de Humboldt :

Sonusco, Sacatepec, Hamilpas, Atitlan, Fuegos de Guatimala, Acatinango, Sunil, Tolima, Isalco, Sacatecoluca près du rio del Empa, San-Vicente, Traapa, Besotlen, Cocivina, Viego, Momotombo, Talica près de Saint-Léon de Nicaragua, Granada, Bombaeho, Papagallo et Barua.

La province de Grenade, dans l'Amérique méridionale, renferme les volcans de Sotara, Puracé, Pasto et rio Frugua.

La province de los Pastos, ceux de Cumbal, Chiles et Azufral.

Les principaux volcans de Quito sont :

L'*Antisana*, qui s'élève à plus de 6000 mètres au-dessus de la mer. Depuis 1590 il est calme.

Rucupichinca, qui a été en activité en 1660.

Cotopaxi. A été observé en éruption par Bouguer et Lacondamine en 1742. Les projections de scories incandescentes atteignoient une élévation de plus de 1000 mètres au-dessus du sommet de la montagne. La fonte des neiges occasiona un déluge effrayable, qui dévasta les plaines au-dessous et fit périr huit cents personnes.

Les éruptions de 1743 et 1744 furent encore plus désastreuses.

Les savans françois remarquèrent que la grande explosion de cette montagne, qui arriva en 1583, avoit lancé à une distance de neuf à dix milles des blocs de ponce d'un volume de 300 à 350 pieds cubiques.

Tunguraqua, qui fit éruption en 1641.

Sangay. Ce volcan a été en constante activité depuis l'année 1728.

Le *Chimborazo* est un immense dôme trachytique, qui n'a pourtant jamais été vu en éruption.

Le *Carquairaro*, en 1698, vomit une prodigieuse quantité

de vase ou d'eau mêlée de cendres trachytiques, qui couvrit de cette substance, que les naturels appellent *moya*, une étendue de dix-huit lieues carrées.

On ne connoît au Pérou qu'un seul volcan actif, c'est celui d'Arequipa.

Les volcans du Chili sont très-nombreux; ils suivent la direction des Andes. On a souvent observé que leurs éruptions coïncidoient pour le temps avec les tremblemens de terre dont ce pays est souvent désolé. Leurs noms sont les suivans : Copiapo, Coquimbo, Choupo, Aconeaqua, Santiago, Peteroa, Chillan, Tucapel, Chinal, Villa-Rica, Votuco, Huaunauca, Ojorna, Huaitica et San-Clemente.

Volcans des îles dépendantes de l'Amérique.

Les îles Antilles sont en grande partie volcaniques. Une éruption eut lieu à *Saint-Vincent*, en 1718. Elle commença par la violente secousse d'un tremblement de terre et fut accompagnée d'un ouragan. Des cendres obscurcirent l'air pendant long-temps et tombèrent à une distance de cent trente lieues. Les détonations se firent entendre à la même distance.

Une autre éruption éclata en 1812, dans le même cratère, qui, depuis la précédente, étoit resté à l'état de soufrière; elle fut précédée de plus de deux cents secousses de tremblemens de terre, qui se firent sentir durant le cours d'une année. Elle commença par une violente explosion, qui projetoit en l'air, à une hauteur considérable, une immense colonne de cendres. Ce ne fut que quatre jours après que des scories incandescentes se firent observer, et immédiatement après la lave s'écoula en torrens. Des tremblemens de terre précédèrent l'expulsion de la lave; après que celle-ci eut cessé de sortir, les détonations continuèrent pendant douze heures, diminuant graduellement de violence jusqu'à une cessation totale.

L'île de la Grenade contient un cratère éteint et de nombreuses sources d'eau bouillante, d'où l'on peut conclure que l'époque de ses éruptions n'est pas très-éloignée.

Sainte-Lucie a une solfatare très-active et des sources d'eau chaude et de vapeur.

Le volcan *de la Guadeloupe* a été en éruption en 1797, mais

ses phénomènes se sont bornés à la projection de cendres, de pierres ponces et de vapeurs sulfureuses.

Nevis, *Montserrat* et *Saint-Christophe*, contiennent toutes des solfatares en pleine activité.

La *Martiniqne*, la *Dominique* et *Saint-Eustache*, présentent de nombreux cratères et quelques sources d'eau bouillante.

Les laves des îles Antilles offrent des variétés de trachyte et de basalte.

Le groupe des *îles Aleutiennes*, qu'on peut regarder comme une dépendance de l'Amérique, contient dit-on, six volcans en activité, savoir : Kanaga, Tatavanga, Oominga, Oonalaska, Omnak et Ourimak ; ce dernier a éprouvé une violente éruption en 1820.

Le groupe de *Revillagigedo* est entièrement volcanique, mais on n'y a jamais cité aucune éruption.

L'île de la Trinité, au 56.e degré de latitude, à quelque distance de la côte d'Amérique, renferme une montagne volcanique que quelques voyageurs ont vue en éruption.

Volcans de l'Asie et des îles qui en dépendent.

On n'a pas de renseignemens certains sur les volcans actifs du continent de l'Asie, si ce n'est sur ceux du Kamtschatka.

Le mont Elburus en Perse, le pic le plus élevé de la chaîne du Caucase, a souvent été cité comme étant un volcan ; mais on ne sait d'après quelle autorité on a supposé l'existence d'un autre volcan au nord d'Irak, dans la province de Khorasan.

On a rapporté dernièrement que les montagnes de Tourfan et de Bisch-Balikh, qui forment une partie de la grande chaîne de l'Altaï dans l'Asie centrale, exhaloient continuellement des flammes, de la fumée et des vapeurs ammoniacales ; il est donc probable qu'elles sont à l'état de solfatare, ou plutôt qu'on n'a aucune notion précise sur l'origine de ces indices de combustion.

La péninsule du Kamtschatka paroît être en grande partie le produit d'éruptions volcaniques. Les cratères qui continuent d'être en activité sont :

Awatscha. La plus terrible de ses éruptions dont on ait con-

servé la mémoire, a eu lieu en 1737. Elle fut accompagnée d'un violent tremblement de terre et d'une extraordinaire agitation de la mer qui envahit et inonda la terre. Une autre éruption eut lieu en 1779, à l'époque où le capitaine Clerk visita cette côte.

Le *Kamskaikoi-Sopka* est d'une hauteur immense. Depuis 1728 il a éprouvé de fréquentes éruptions d'une force considérable; quelques-unes d'entre elles ont recouvert de cendres, dans un rayon de 300 kilomètres, le pays à l'entour du volcan.

Le volcan voisin, le *Tolbalschink*, fume constamment. En 1789 il fut en violente activité.

On rencontre dans le Kamtschatka plusieurs autres montagnes volcaniques à cratères, etc., qui n'ont pas cependant été récemment en éruption. Le promontoire entier est sujet à de fréquens tremblemens de terre, et les sources chaudes y sont communes.

La chaîne des *îles Kuriles* est une prolongation da la chaîne volcanique du Kamtschatka, et paroît consister en une suite de montagnes volcaniques, dont plusieurs sont encore sujettes à des éruptions momentanées. *Alaid*, île située à environ 20 milles au sud du cap Lopatka, éprouva une éruption en 1793, et a continué depuis à donner toujours de la fumée.

Les îles du Japon contiennent dix cratères volcaniques, qui sont par momens en activité, dont trois sont dans *Niphon*, la principale de ces îles. Leurs éruptions sont décrites par Kempfer comme extrêmement violentes et destructives.

L'île de soufre, dans l'archipel Loo-Choo, donnoit une grande abondance de vapeur sulfureuse, lorsque le capitaine Holl y passa en 1816.

L'archipel polynésien, qui semble devoir son existence principalement à l'action volcanique, contient de nombreux cratères fréquemment en activité. Il est à regretter néanmoins que nous n'ayons pas des renseignemens plus détaillés et plus scientifiques sur les phénomènes naturels et les productions de cette intéressante portion du globe.

Parmi les îles Philippines, Manille, dit-on, est celle qui possède le plus grand nombre de volcans. Mindanao en pré-

sente un. Mindanao a éprouvé, en 1764, une violente éruption, qui couvrit les pays environnans, à plusieurs pieds d'épaisseur, de matières fragmentaires, et força à l'émigration la plus grande partie des habitans.

Le district de Kalagan possède une montagne volcanique à l'état de solfatare.

L'île Barren a un cratère très-actif, en éruption continuelle, qui lance dans l'air, à une grande distance, des rocs du poids de plusieurs tonnes.

Les Moluques abondent en volcans. L'une d'entre elles, *Sorca*, fut en 1693 le théâtre d'une affreuse éruption.

Le pic de *Ternate* vomit de la ponce en grande quantité.

Motin éprouva une forte éruption avant l'arrivée du capitaine Forrest, en 1772, et une terrible commotion du volcan de Gounapi dans l'île de Banda, ravagea, il y a quelques années, cette île entière. Une autre éruption eut lieu par le même cratère en 1820, et projeta, à une hauteur égale à celle de la montagne elle-même, des fragmens aussi grands que les maisons des naturels du pays.

Sanguir, entre Mindanao et Célèbes, a un des plus grands volcans du globe.

Tomboro, dans l'île de Sumbawa, a éprouvé une terrible éruption en 1815; elle commença par des détonations souterraines, qui s'entendoient de Sumatra, à la distance de 970 milles en ligne directe, et qu'on prenoit pour des décharges de mousqueterie; les cendres furent portées jusqu'à Célèbes et à Java, à 300 milles, en telle quantité que l'air en étoit obscurci. La mer s'éleva de 4 mètres au-dessus de son niveau ordinaire, et les explosions furent accompagnées d'un ouragan, qui fit beaucoup de tort.

Flores, Daumer et une autre petite île située entre Timor et Ceram, contiennent chacune un volcan qui est parfois en éruption.

Java est abondamment pourvue de volcans, qui forment des lignes droites le long de l'île. *Arjuna*, l'un d'eux, élevé de 3500 mètres, donne constamment une colonne de fumée.

La montagne de *Galven-Gong*, qui n'avoit jamais passé pour volcanique, fit éruption avec une violence remarquable en

Octobre 1822. L'éruption commença par une explosion effrayante, qui chassa dans l'air une colonne de pierres et de cendres qui obscurcit tout le ciel. La lave inonda une surface considérable de l'île ; deux mille personnes périrent.

La montagne nommée *Payandayang*, après avoir été jusqu'en 1772 un des volcans les plus élevés de Java, fut à cette époque complétement rasée par une violente explosion et remplacée par une cavité de quinze milles sur six.

Sumatra renferme, suivant Marsden, quatre volcans actifs. Il est probable que par suite on y en reconnoîtra davantage. Les habitans sont alarmés lorsque ces soupiraux restent quelque temps en repos, l'expérience leur ayant appris qu'à ces intermittences des phénomènes volcaniques succèdent communément de violens tremblemens de terre.

Deux volcans ont été observés en éruption par Dampier dans la *Nouvelle-Guinée*, en 1700 : à l'entrée du détroit qui sépare cette île de la *Nouvelle-Bretagne*, il y a un volcan insulaire qui a été vu en éruption successivement par Dampier, par le Maire et Schouten, et par d'Entrecasteaux.

Deux volcans ont été observés par Carteret dans les îles du *Duc d'York* et de la *Reine Charlotte*, et deux autres par Forster dans le groupe des *Nouvelles-Hébrides;* un d'entre eux, *Tanna*, a été vu en éruption par Cook en 1774, et par d'Entrecasteaux en 1793.

Les îles *Mariannes* contiennent, dit-on, neuf volcans en activité habituelle.

L'île d'*Amsterdam* est un autre volcan, qui a été trouvé en activité par tous ceux qui l'ont visité.

On a vu, dit-on, des éruptions volcaniques sortir d'une montagne d'une des îles découvertes dernièrement par des navigateurs russes entre New-Georgio et la terre de Sandwich, ainsi que d'un autre pic dans la terre de Sandwich même.

Les volcans cités dans la liste donnée par M. Poulett-Scrope, dont celle-ci est un extrait, se montent à plus de cent soixante-dix ; mais les détails obtenus sur quelques-uns d'entre eux sont très-vagues, et de même qu'on peut présumer qu'il

existe beaucoup plus de volcans qui sont en activité momentanée, il est clair également que plusieurs volcans qui ont été long-temps éteints, peuvent ensuite, par un concours de diverses circonstances, être rendus à l'activité.

§. 2. Indication des principaux Terrains vulcaniques ou de la Période saturnienne.

Ce sont ceux qui étoient en activité dans les temps antérieurs à l'état actuel du globe, sur l'ignition desquels on n'a aucune notion historique, ou que les caractères qui ont été donnés art. 1.er, §. 1.er, peuvent faire rapporter à cette période.

On ne présentera qu'une simple liste géographique de ces terrains; elle sera nécessairement beaucoup plus incomplète et surtout beaucoup plus incertaine que la précédente. Il est facile d'en pressentir les raisons.

1.° Les phénomènes volcaniques actuels ou connus ne laissent aucun doute sur ce qu'on doit considérer comme volcans en activité dans la restriction que nous avons apportée à cette expression; car, sans cette restriction, il y auroit encore transition insensible entre les volcans en réelle activité, les solfatares, les feux de gaz hydrogène, les salses, les eaux thermales, etc., dans certains pays.

2.° On passe par des nuances insensibles des terrains vulcaniques évidens, comme ceux d'Auvergne, aux terrains granitiques, par les trachytes, les porphyres, les leucostines, les basanites, les trappites, les dolérites, les syénites.

Pour établir une distinction satisfaisante entre les terrains vulcaniques et ces dernières roches, il faut avoir étudié avec beaucoup d'attention ces terrains; c'est ce qui n'a pu encore être fait pour une grande partie du globe. Il ne faut que le simple récit d'un voyageur ou d'un navigateur pour faire connoître l'existence d'un volcan en activité, et encore se sont-ils trompés quelquefois; mais il faut les recherches d'un géologue consommé pour établir qu'une colline appartient aux terrains pyrogènes.

Cette énumération, quelque incomplète qu'elle soit, suffira néanmoins pour faire voir :

1.° Que le plus grand nombre de ces terrains vulcaniques sans activité est dans l'intérieur des terres;

2.° Que ces terrains, en n'admettant même que ceux dont on ne conteste plus l'origine vulcanique, indiquent, par le nombre qu'on en peut déjà citer, que les volcans étoient plus abondans dans la période saturnienne qu'ils ne le sont dans la période actuelle.

Si l'eau de la mer est nécessaire à leur activité, comme l'observation et la théorie concourent à l'indiquer, la plus grande hauteur des eaux marines dans cette période, en multipliant le nombre des terrains submergés, pouvoit aussi multiplier celui des volcans.

3.° Que les basanites et les trachytes y sont les roches dominantes; il sera même intéressant de faire remarquer que dans certaines contrées c'est l'une d'elles qui est tout-à-fait dominante presque à l'exclusion des autres, et qu'on peut par conséquent s'attendre à trouver dans ces contrées les résultats géologiques et technologiques qui dérivent ordinairement de la prédominance de ces roches. Ainsi ce seront, dans les contrées pyrogènes basaltiques : des sables, du grès, des argiles plastiques, des minérais de fer hydraté ou oligiste compacte et des lignites, dans les contrées pyrogènes trachytiques, ce seront des stigmites, des porphyres, des alunites surtout, aucun minérai, ou des minérais de plomb, d'argent, d'or, de fer, de tellure, quelquefois très-riches.

France. L'Auvergne ou le Puy-de-Dôme et le Cantal; le Puy-en-Vélay; le Vivarais; le département de l'Hérault, dans les environs de Montpellier; Beaulieu, dans le département des Bouches-du-Rhône : terrains plus généralement basaltiques et laviques que trachytiques, quoique ces dernières roches forment, dans le Cantal et dans le Puy-de-Dôme, plusieurs cônes et quelques collines.

Allemagne. Sur les bords du Rhin, ou dans le voisinage de ce fleuve; une partie de l'Eifel; les environs d'Andernach, et ensuite, en pénétrant dans l'Allemagne de l'ouest à l'est, les Sept-montagnes (*Siebengebirge*); les environs d'Eisenach, de Francfort. — Dans le Brisgau, les collines remarquables d'Hohentwiel. — Les environs de Cassel en Hesse, notamment le Habichtswald et le Meisner. — En Bohême, les

environs de Carlsbad, de Tœplitz, qui présentent ou de petites collines basaltiques ou des groupes considérables de cette roche pyrogène. — En Saxe, sur les bords de l'Erzgebirge, le Stolpen, le Scheibenberg, dont les basaltes ont été l'objet de tant de discussions entre les neptuniens et les vulcanistes. La formation trachytique ne présente de développement que dans l'Eifel, les Sept-montagnes et le Brisgau; dans les autres la formation basaltique est dominante, elle est même presque seule dans quelques-unes.

En Silésie, plusieurs collines basaltiques, déterminées par les observations de MM. Oyenhausen et de Dechen.

Dans ces derniers lieux, comme dans les précédens et dans plusieurs autres du territoire allemand, que nous passons sous silence, les roches basaltiques sont encore dominantes.

Mais en Hongrie et Transylvanie, et en Italie dans les monts Euganéens, ce sont au contraire les roches trachytiques.

Dans le Vicentin, la partie méridionale de la Toscane, la campagne de Rome, et dans l'intérieur même de cette cité, non-seulement les roches basaltiques redeviennent dominantes, sans exclure néanmoins quelques roches trachytiques, mais plusieurs terrains présentent en outre de nombreuses et puissantes roches d'agrégation et même des roches laviques.

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons dit du territoire napolitain, de celui de la Sicile et même de quelques îles Ioniennes, où les terrains volcaniques en activité sortent pour ainsi dire ou sont dans un voisinage très-rapproché des terrains vulcaniques ou pyrogènes anciens.

Le continent de la Grèce, plusieurs parties de l'Asie mineure et un grand nombre d'îles de l'Archipel grec, renferment des terrains pyrogènes plus généralement basaltiques que trachytiques.

Il n'y a pas de doute qu'on ne trouve de ces mêmes terrains en Sardaigne. La Corse en renferme aussi; mais leur caractère et leur étendue y sont très-restreints.

L'Espagne et le Portugal sont si peu connus sous le rapport de leur géologie, qu'on ne peut savoir si les terrains pyrogènes y sont fort répandus; on peut y citer comme authentique, les terrains du cap de Gates, au sud de l'Espagne,

près d'Almeira, et en Portugal les basaltes des environs de Lisbonne.

A mesure qu'on s'éloigne des pays étudiés par les géologues, il sembleroit que le nombre des volcans en activité est beaucoup plus considérable que celui des volcans éteints; nous venons de dire la raison de cette apparence. Dans la plupart des îles à l'ouest de l'Afrique, ces deux classes de terrains pyrogènes sont comme liées entre elles; mais le cap Vert, le Sénégal, et notamment Gorée, nous offrent des terrains basaltiques aussi bien caractérisés que ceux de l'Auvergne.

Dans le grand Océan presque toutes les îles des terrains pyrogènes présentent, comme on l'a vu, des volcans en activité, et dans les autres, tels que l'Ascension, Sainte-Hélène, l'Isle-de-France, les terrains pyrogènes sont tellement bien caractérisés, que l'activité des volcans qui les ont formés semble n'avoir cessé que depuis peu de temps.

L'Asie est mieux connue sous le rapport des terrains dont nous réunissons les exemples, que les côtes d'Afrique. On admet des terrains volcaniques éteints, ou sur l'ignition desquels on n'a que des notions très-vagues, dans une partie du mont Sinaï et en Palestine aux environs de la mer Morte, quoique le terrain fondamental paroisse appartenir à la formation jurassique [1]. Il sembleroit même, d'après différens passages des Écritures, que ces volcans ont eu autrefois une activité dont il restoit des souvenirs traditionnels.

Dans l'Asie mineure les environs de Smyrne, si sujets aux violens tremblemens de terre.

On cite dans la chaîne du Caucase non-seulement des roches basaltiques, mais de véritables laves dans les environs d'Erzerum, des obsidiennes du côté de Kurban, et des ponces sur les rives du Terek, signes indubitables d'une ancienne action volcanique.

Le plateau central de la Tartarie, où on croit avoir re-

---

1 Nous renvoyons encore à l'ouvrage classique sur cette matière, publié par M. Daubeny, à Londres, en 1826. Il y a de la page 276 à la page 290 des détails très-curieux sur les terrains pyrogènes du mont Sinaï et de la Palestine, détails que nous ne pourrions extraire sans nous engager à en citer beaucoup d'autres, et à donner ainsi à cet article une étendue démesurée.

connu des volcans en activité, présente au moins sans aucun doute des roches pyrogènes de volcans éteints, qui paroissent donner les mêmes produits que la solfatare. Au reste, ce fait est enveloppé d'obscurité.[1]

Les îles et mers JAPONAISES, les îles de l'ARCHIPEL INDIEN, les îles de la Sonde, SUMATRA et JAVA, renferment peut-être encore plus de terrains pyrogènes sans activité que de terrains volcaniques en action.

Si on passe en Amérique, on trouve à peu près le même assemblage de ce que nous appelons terrains pyrogènes, saturniens et terrains volcaniques; mais on reconnoît, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, qu'ils sont presque tous placés sur une même zone ou large bande, qui s'étend depuis les TERRES MAGELLANIQUES jusqu'à la presqu'île d'ALASCAR, au 60.e degré de latitude septentrionale; elle suit les contours des côtes et se courbe comme elle vers Carthagène et Santa-Fé-de-Bogota, de manière à montrer des volcans en activité qui semblent être dans l'intérieur des terres.

Cette ligne présente, il est vrai, lorsqu'on ne considère que les volcans en ignition, de grandes interruptions; mais une partie des terrains qui lient ensemble les cônes volcaniques encore en feu, appartiennent aux terrains pyrogènes et même aux roches trachytiques, et rentrent dans la série des terrains dont nous recueillons des exemples.[2]

Le continent de l'AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE a été considéré pendant long-temps comme un exemple remarquable d'un vaste pays qui n'offroit aucune trace de terrains pyrogènes; mais cette opinion prématurée tenoit au peu de notions exactes qu'on avoit sur la géognosie de ce pays et à la confusion

---

1 M. DE FÉRUSSAC l'a très-bien fait remarquer dans une note, caractérisée par une bonne critique, qu'il a mise à la suite des récits relatifs à ces volcans. (Bullet. des sc., 1824, t. 3, pag. 14, n.° 12.)

2 Outre les motifs que j'ai donnés plus haut pour expliquer le laconisme et la sécheresse de cette énumération, j'en ai un bien plus puissant au sujet des terrains pyrogènes de l'Amérique méridionale : c'est de ne pas répéter ou chercher à dire autrement ce qui a été si bien dit par M. DE HUMBOLDT dans ce même Dictionnaire, au titre TERRAINS VOLCANIQUES, page 335 et suiv., de l'article INDÉPENDANCE DES FORMATIONS, tom. XXIII.

qui a régné pendant long-temps entre les trappites, qui sont des roches neptuniennes à base d'amphibole, et les basanites, roches plutoniennes à base de pyroxène. On a reconnu dans ces derniers temps, depuis que les géologues américains cultivent la géognosie avec ardeur, science et succès, qu'il y avoit dans quelques parties des États-Unis des basanites, des spilites, semblables à celles du Vicentin, et quelques autres roches pyrogènes. M. Th. Cooper cite du basalte au mont Holyoke en Massachusset, et dans quelques autres parties de cet État. Ce même géologue regarde comme vulcanique les roches trappéennes qui forment, dans le sud, les bords de la rivière d'Hudson dans le New-Jersey. Je ne sache pas cependant qu'on ait encore découvert de vrais trachytes dans ces contrées.

Une partie des Antilles, notamment celles du sud, qui sont les plus petites, appartiennent aux volcans en activité; une autre partie, même parmi celles-ci, mais plutôt encore celles du nord, renfermant les plus grandes îles, n'offrent que des terrains pyrogènes anciens, généralement basaltiques.

ARTICLE VI.

THÉORIE VOLCANIQUE.

Si l'on n'a pas craint de chercher à deviner comment s'étoit formé le globe terrestre, comment avoient été produites ses roches, ses filons, ses vallées, ses montagnes, de quoi et comment son intérieur étoit composé, on doit penser qu'on a encore été plus ardent et plus hardi pour rechercher la cause des montagnes volcaniques et de leurs éruptions; phénomènes si remarquables, si patens, et qui semblent pouvoir être rapportés facilement aux lois de la physique et de la chimie; de là les nombreuses théories et hypothèses proposées pour expliquer ces phénomènes et remonter à leur source.

On a tenté de déterminer dans cette partie de l'histoire naturelle des volcans :

1.° Quel pouvoit être l'aliment de leur ignition, de leur déflagration, de leur chaleur, enfin, de tous leurs phénomènes ignés;

2.° Où pouvoit être situé le foyer de leur action et comment il portoit cette action à de grandes distances;

3.° Quelle étoit la matière de leurs laves, réduites à deux ou trois grandes classes.

Des questions de cette importance, de cette complication, demanderoient de grands développemens pour être traitées convenablement; nous ne pouvons ici que les effleurer.

1.° On a donné pour aliment aux déflagrations volcaniques, le soufre, les pyrites, les houilles et bitumes, les métaux des terres et des alcalis.

On ne connoît nulle part dans les couches de la terre des amas de soufre assez puissans : on n'observe pas dans les produits des éruptions des dégagemens assez prédominans, des produits assez abondans de la combustion du soufre, pour admettre une pareille supposition; nous ne la poursuivrons pas.

Il en est de même des houilles et des bitumes; la rareté de ces matières, leur peu d'abondance comparée à la multiplicité des terrains volcaniques, tant actuels qu'anciens, à la continuité de la déflagration d'un grand nombre d'entre eux; le défaut complet d'analogie entre les produits de la combustion des houilles et les produits volcaniques, l'absence de toute matière charbonneuse dans les laves, et, enfin, ce qu'on sait avec précision sur la position des terrains houillers dans l'écorce du globe et sur celle des foyers volcaniques, placés évidemment dans des terrains inférieurs et différens, ont fait abandonner complétement une hypothèse à laquelle on eût fait peu d'attention, si elle n'eût été présentée par le célèbre Werner, séduit par quelque ressemblance entre les roches volcaniques et les altérations produites sur les roches schisteuses par des houilles en combustion.

Breislak a été encore plus loin, en attribuant les déflagrations volcaniques à des amas immenses de bitume-pétrole engagé dans les couches de la terre. En effet, le bitume se manifeste dans presque tous les terrains volcaniques actuels et anciens; mais ce que nous avons dit contre l'hypothèse de la houille, s'applique avec bien plus de force à celle du bitume, et nous croyons que, dans ce cas, Breislak a pris l'effet pour la cause.

La décomposition de l'eau joue sans contredit un grand rôle dans les déflagrations volcaniques; il faut nécessairement admettre, dans toutes les hypothèses, cette puissante cause

d'éruption, de soulèvement, etc.; si on veut considérer le soufre, la houille et le bitume, comme alimens de la déflagration volcanique, on remarquera que l'un ne décompose pas l'eau, et que l'autre a besoin, pour produire cette décomposition, d'être portée par la combustion à un degré de température très-élevé. Or, il paroît très-probable qu'il n'y a pas de réelle combustion, de combustion au moyen de l'oxigène de l'air dans l'intérieur des foyers volcaniques, quoique M. Davy admette la possibilité d'une pareille combustion dans quelques cas. Il faut donc trouver des corps qui décomposent l'eau par une sorte d'action chimique continue qu'on ne peut admettre dans aucun charbon minéral. On croyoit avoir trouvé ce corps dans la pyrite; beaucoup de phénomènes naturels et quelques expériences concouroient à rendre cette hypothèse assez vraisemblable. On connoît dans les couches du globe, et même dans les couches anciennes, des lits puissans et de vastes amas de pyrites ferrugineuses. On sait avec quelle facilité ces pyrites s'altèrent; mais on n'avoit pas remarqué que, pour que cette altération ait lieu, il faut l'accès de l'air; au reste, si on ne pouvoit admettre l'accès d'une quantité suffisante de ce fluide dans l'intérieur de la terre, pour entretenir la combustion d'amas puissans, profonds et comprimés de houille : on pouvoit en admettre assez pour faire commencer la décomposition des pyrites; l'eau venoit ensuite hâter et exciter les phénomènes de cette décomposition, et donner naissance au gaz hydrogène sulfuré qui se produit dans ce cas et qu'on trouve assez abondamment dans les volcans; enfin, la profondeur du foyer volcanique s'accordoit assez bien avec la position des bancs de pyrites : le voisinage si général des volcans en ignition de la mer, les produits en soufre, la coloration des laves en noir ou en rouge par le fer, présentoient une réunion de circonstances et de phénomènes qui s'accordoient encore mieux avec la supposition que l'aliment des déflagrations volcaniques étoit des amas de pyrites; mais la décomposition de ces corps, commencée par l'accès de l'air, ne se continue pas, si cet accès est intercepté.

Or, malgré quelques difficultés que présente cette hypothèse, malgré des phénomènes et des matières qui forcent d'admettre d'autres corps dans les laboratoires volcaniques;

malgré l'hypothèse ingénieuse qui indique quels pourroient être ces corps, on peut encore croire que, si les pyrites ne jouent pas le rôle principal dans l'action volcanique, elles y interviennent quelquefois et peut-être très-souvent.

Trois hypothèses, dont une très-différente des deux autres, ont été proposées nouvellement par MM. Davy, Gay-Lussac et Cordier.

La composition des laves, la nature des gaz qui sortent avec elles, et des vapeurs qui s'en dégagent, sont des élémens importans de toute théorie, et qu'il faut rappeler spécialement à l'occasion de celle qu'on va exposer.

D'après ce que de premiers essais avoient fait présumer, ce que quelques observations avoient appris, et ce que les expériences de M. Davy ont mis hors de doute pour les laves du Vésuve de 1820; ces laves et celles qui leur ressemblent, ne contiennent aucun combustible métallique ou charbonneux; elles ne renferment point de soufre. Les fluides élastiques qui se dégagent avec elles, sont essentiellement composés d'eau en vapeur, d'acide muriatique, de gaz hydrogène sulfuré, d'acide sulfureux, de selmarin en quantité considérable, et ensuite de selammoniac et de muriates de fer et de cuivre, de quelques sulfates alcalins.

L'hypothèse de M. Davy est fondée sur la nature des corps que ce savant célèbre a découverts. Il attribue la cause première et principale de la déflagration volcanique à la décomposition de l'eau par les métaux des terres et des alkalis qui conservent leur état métallique au-dessous de l'écorce oxidée du globe, tant qu'ils n'ont aucun contact ni avec l'air, ni avec l'eau, mais qui agissent sur ce dernier corps avec une violence qui en opère sur-le-champ la décomposition, lorsqu'il vient à être mis en contact avec eux. On a objecté contre cette hypothèse, et avec fondement, qu'il devroit se dégager dans ce cas une quantité considérable de gaz hydrogène pur. Or on sait, et les observations faites dans ce but l'ont constaté, que le gaz combustible des volcans est toujours du gaz hydrogène sulfuré. Il faut donc modifier cette hypothèse, en admettant ou que les corps qui décomposent l'eau sont des sulfures ou des chlorures des métaux des terres et des alcalis (c'est la base de la théorie de M. Gay-Lussac), ou que le

soufre fait partie des matières combustibles qui entrent dans la composition des couches du globe où sont situés les foyers volcaniques.

M. Gay-Lussac, qui a discuté quelques théories volcaniques avec la précision scientifique qui caractérise ses travaux et qui les a soumises à l'épreuve des principes chimiques, a rejeté, comme on devoit s'y attendre, toutes celles qui supposoient une combustion aérienne dans l'intérieur de la terre; par conséquent les houilles, les bitumes, les pyrites; mais il a été plus loin. Tout en admettant que les grandes déflagrations volcaniques, les commotions et soulèvemens qui les accompagnent, sont très-probablement dus à l'influence de l'eau et aux gaz ou vapeurs élastiques qui doivent se dégager, ou de la décomposition de ce liquide ou de sa vaporisation violente et instantanée, il a cherché à démontrer qu'on ne pouvoit attribuer ces développemens de gaz et de vapeur à l'action des métaux des terres et des alcalis sur l'eau, s'ils étoient dans leur état de pureté; car, dans ce cas, les volcans devroient produire une immense quantité d'hydrogène sensiblement pure; ce qui n'est pas. On a remarqué qu'ils ne dégagent qu'une quantité moyenne de gaz hydrogène sulfuré; mais il sort en même temps beaucoup d'eau en vapeurs, et surtout une quantité très-notable de gaz acide muriatique et de muriates de soude, d'ammoniaque et même de métaux; il fait voir enfin, qu'on ne pourroit guère attribuer qu'au perchlorure de fer le fer oligiste si abondant dans la plupart des parties caverneuses et poreuses des volcans.

C'est donc à la présence non pas de l'eau pure sur des métaux purs qu'il attribue les phénomènes et produits volcaniques, mais à celle de ce liquide sur les chlorures des métaux des terres ou à celle des eaux de la mer sur ces mêmes corps. On voit que, ne pouvant pas considérer comme dû à un simple hasard que sur cent soixante-cinq volcans connus il s'en trouve plus de cent soixante sur les bords de la mer, ou à peu de distance réelle de cette masse d'eau, on voit, dis-je, que M. Gay-Lussac est un des physiciens qui admettent l'influence de l'eau marine ou salée sur l'action volcanique, et que cette hypothèse, ou plutôt cette théorie déduite d'un si grand nombre de faits, n'est pas encore aussi

abandonnée que le croient quelques géologues, puisqu'elle compte parmi ses adhérens un chimiste-physicien qui a vu des volcans et qui est difficile en théorie.

La théorie de M. Gay-Lussac ne détruit pas non plus celle de M. Davy; elle la modifie, la conduit plus loin, et peut très-bien se concilier avec les modifications que nous avons déjà osé y proposer, et qui semblent indiquer qu'un phénomène dont les produits sont si variés peut résulter du concours de plusieurs circonstances.

On peut donc admettre comme très-vraisemblable, que l'eau, amenée de la surface de la terre dans son intérieur, et l'eau salée marine surtout, pénétrant par la forte et continuelle pression qui doit résulter de ses grandes masses ou de ses grandes accumulations, à travers les innombrables fissures des rochers qui composent l'écorce du globe, fissures encore augmentées par le phénomène lui-même, arrive en contact avec des couches de la terre qui, abritées de l'action de l'air, renferment les métaux des terres et des alcalis, soit encore à l'état métallique, soit à l'état de chlorure ou de sulfure; que ces eaux y sont en partie décomposées, en partie vaporisées; que ces combinaisons et décompositions rapides font naître une température assez élevée pour fondre les mélanges terreux voisins des lieux où se produit cette vive action chimique; que les gaz et vapeurs dégagés en grande abondance par toutes ces réactions, ébranlent et soulèvent l'écorce du globe, et répandent avec violence dans l'atmosphère des fluides élastiques mêlés d'eau en vapeur, de gaz hydrogène sulfuré, de gaz acide muriatique, d'acide sulfureux même. Celui-ci ne se produit probablement qu'au moment où le soufre en vapeur arrive dans les fissures et parties creuses des volcans dans lesquelles l'air atmosphérique peut avoir quelque accès; ce qui paroît expliquer pourquoi les solfatares tranquilles produisent en général plus de cet acide que les éruptions violentes. On conçoit donc ainsi les causes de ces productions, la raison de leur mélange et la difficulté que doit avoir à s'enflammer le gaz hydrogène sulfuré, mêlé d'une si grande quantité d'eau en vapeur, de gaz acide muriatique, d'acide sulfureux et de matières pulvérulentes.

Ces hypothèses, ainsi modifiées et combinées, expliquent

assez bien la plupart des grands phénomènes volcaniques, les tremblemens de terre, les soulèvemens de sol, le dégagement si abondant de gaz et de vapeurs aqueuses, l'incandescence et la fusion de laves, la présence des alcalis et de la silice en dissolution dans les eaux minérales; on sait que la silice naissante est dissoluble dans l'eau et que le sulfure de silicium est décomposé par ce liquide; elles expliquent, enfin, la grandeur des phénomènes, ses intermittences ou sa continuité, suivant que l'eau a accès rarement, abondamment ou partiellement, dans les parties de l'écorce du globe où sont encore des métaux non oxidés des terres et des alcalis, le soufre, etc.

M. Cordier a proposé depuis peu[1] une théorie aussi nouvelle qu'ingénieuse, et qui est fondée sur l'opinion assez généralement admise que l'intérieur de la terre possède une très-haute température. Il pense que la terre, fluide dans son origine par fusion ignée, n'est devenue solide qu'à sa surface, et qu'elle possède encore, à une profondeur qu'on peut même évaluer à 20 lieues de 5000 mètres, une température assez élevée pour tenir à l'état de fusion les roches dont la nature est analogue à celle des laves.

L'écorce du globe, mince, inégale en épaisseur, divisée par une multitude de solutions de continuité, est flexible et sujette à des ondulations qui sont une des causes des tremblemens de terre. La contraction qu'éprouve cette écorce par le refroidissement et la retraite due à la coagulation des parties fluides, quelque foible qu'elle soit, peut presser la masse fluide, en faire suinter une partie par les fissures qui résultent de cette même contraction, et produire les écoulemens de laves et la plupart des autres phénomènes volcaniques. Cette hypothèse s'accorde assez bien avec l'identité de nature des laves sur tout le globe, avec la diminution dans le nombre des volcans actifs, avec la production des sources minérales et thermales, etc.

Telles sont les principales théories sur la cause du phénomène volcanique des déflagrations et sur l'aliment de ces déflagrations; ce sont les seules qui, par leur célébrité ou leur

---

1 Essai sur la température de l'intérieur de la terre. (Mém. du Mus. d'hist. nat., 1827, t. 15, pag. 161.

vraisemblance, méritent d'être citées. Nous ne parlons pas de celle de G. A. Deluc, parce qu'elle tient à une grande hypothèse sur la structure du globe, et qui, sauf la nature des corps causant la déflagration, que cet illustre physicien ne pouvoit pas connoître et qu'il désignoit par le nom de pulvicule, est comme la prophétie de celle de M. Davy. Il admet aussi la nécessité du concours de l'eau salée dans les déflagrations volcaniques.

2.° On entend par position de foyer volcanique, la place connue ou inconnue dans la croûte du globe, ou même dans sa masse, où on peut supposer qu'est le foyer de la déflagration volcanique.

Après l'avoir placé tantôt très-haut, quand on l'attribuoit aux houilles, au bitume, même aux pyrites, ensuite très-bas, si on l'attribue aux métaux hétéropsides, on paroît assez d'accord pour admettre que ce foyer est inférieur au granite. La position évidente et immédiate de plusieurs volcans sur des plateaux granitiques, les tremblemens de terre qui se font sentir dans des contrées presque uniquement composées de cette roche et qui semblent émaner de dessous elles; les filons de porphyre, de trachyte, de basalte, de lave même, c'est-à-dire, de roche poreuse, qu'on voit traverser le granite et toutes les roches qui lui sont supérieures, et s'élever quelquefois à la surface, comme le fait la roche basaltique du Puy-en-Vélay, nommée la *roche rouge;* enfin, les masses de granite, de micaschiste même, qui sont lancées par les volcans, les fragmens de ces mêmes roches qu'on observe presque partout dans les basaltes et les laves, sont des preuves tellement nombreuses, tellement claires, que la position du foyer volcanique au-dessous du granite et des roches de son époque paroît être une proposition généralement admise. C'est, à ce que je crois, Dolomieu qui, le premier, a émis cette opinion; MM. de Humboldt, Stinckel et un très-grand nombre de géologues paroissent disposés à l'admettre. G. A Deluc le plaçoit encore plus bas dans une couche inconnue, puisque, selon lui, les laves renferment des minéraux inconnus.

Il paroît, et c'est encore une règle généralement admise, que les volcans se sont fait jour, ou par une ouverture presque circulaire, opérée par le soulèvement en un point de la croûte

du globe, et alors ils présentent des bouches volcaniques réunies en groupes, ou bien par une large et longue fente ouverte dans l'écorce du globe par l'effort des vapeurs élastiques ; les gaz et les laves se dégagent par plusieurs ouvertures pratiquées sur différens points de cette fissure, et alors les volcans sont disposés sur une ligne ou zone quelquefois très-longue, assez droite et très-large.

3.° Quoique la matière première des laves soit, pour ainsi dire, déterminée, si on admet l'hypothèse de M. Davy, cependant, comme les laves ne sont pas uniquement composées de silice ou d'alumine, qu'elles offrent au contraire dans leur structure et leurs minéraux une composition qui rappelle celle de plusieurs roches, on a cherché quelle pouvoit être la roche qui, produite d'abord par la cristallisation confuse des métaux hétéropsides oxidés, avoit été refondue, remaniée par une nouvelle action ignée, pour produire les laves telles qu'on les voit à la surface de la terre. On a présumé avec vraisemblance que les trachytes et autres roches volcaniques analogues avoient pour principe dominant le felspath et les roches qui en sont en grande partie composées, telles que les granites, les syénites, etc., et que les laves noires, compactes, plus pyroxéniques que felspathiques, avoient pour base des roches argilo-ferrugineuses, telles que les schistes argileux.

On voit que le calcaire n'entre pour rien dans la formation de ces roches pyrogènes, et, en effet, les laves contiennent généralement très-peu de chaux, et s'il est vrai que les roches calcaires soient généralement supérieures au granite et aux schistes, il est facile de concevoir que l'action ignée de fusion étoit en partie épuisée sur les roches inférieures au calcaire, avant d'être en contact avec cette roche.

Non-seulement l'action des métaux hétéropsides, de leurs sulfurés ou de leurs chlorures sur l'eau, ou toute autre action chimique violente, qui s'exerceroit sur de grandes masses, explique très-bien et le dégagement considérable de chaleur qui doit en résulter, et la fusion d'une multitude de minéraux et des roches qu'ils composent, et la production d'une quantité immense de gaz et de vapeurs, qui, agissant pour s'échapper avec toute leur puissance d'expansion, causent des tremblemens de terre, des éjections de laves,

de pierres, etc.; mais cette théorie va plus loin : elle prétend expliquer jusqu'à l'élévation des plus grandes et des plus hautes chaînes de montagnes, soulevées par cette force prodigieuse qui a pu et dû se développer à une grande profondeur sur une étendue très-considérable. On conçoit qu'un tel phénomène n'a pu avoir lieu sans que les couches de la terre aient été brisées, renversées, triturées même, et que leurs débris aient été mêlés de toute manière : telle est l'idée qu'on peut se former de la puissante action volcanique et de son immense influence géognostique; idée qui semble accueillie par les géologues et les physiciens les plus célèbres et les plus difficiles en théorie.

Nous bornons à cet exposé ce que nous avons cru convenable de faire connoître sur la théorie volcanique appliquée aux phénomènes généraux ; car celle qu'on a voulu appliquer aux phénomènes particuliers, exigeroit non-seulement des détails et des développemens dans lesquels nous ne pouvons pas entrer, mais on verroit qu'elle est d'autant plus vague, plus compliquée et plus incertaine, qu'on a voulu l'appliquer à des phénomènes plus spéciaux.

